Luciana Brandi
Beatrice Salvadori

DAL SUONO ALLA PAROLA

LUCIANA BRANDI
BEATRICE BALVADORI

Dal suono alla parola

Percezione e produzione del linguaggio tra neurolinguistica e psicolinguistica

Firenze University Press
2004

Sommario

Introduzione

L'occhiale intellettuale con cui desideriamo guardare ai processi che sono coinvolti nella produzione e percezione del linguaggio, tanto nell'età adulta quanto in quella infantile, dipende strettamente dall'intenzione di tenere strettamente legate, anzi di fare interagire, le conoscenze attualmente a disposizione nel campo neurobiologico e nel campo della psicolinguistica. Riteniamo infatti scientificamente necessario guardare agli esseri umani, alle loro facoltà, sia in atto sia in maturazione evolutiva, tenendo conto di tutta la complessità di fattori che influiscono sulla formazione e sull'attività di abilità cognitive specifiche, peculiarmente le abilità linguistiche. Tale complessità – che dipende certo da interazioni continue fra interno ed esterno dell'individuo, ivi compreso la sua storia culturale e sociale – ha una prima e correlata complessità: quella del cervello: una base anatomica, empirica, necessaria a circoscrivere tanto i confini quanto le potenzialità della spiegazione. Ma allo stesso tempo, il cervello risente della complessità del mondo in cui si trova ad essere inserito, ed ecco allora che ciò che prima appariva una fredda analisi di circuiti, acquista la dimensione di una storia, di un'emozione, di un risuonare sociale nelle menti altrui. Questa, in fondo, è la ragione per cui nel testo si alternano parti strettamente scientifiche a parti più di impostazione umanistica.

Pur tenendo come tema principale il linguaggio, i suoi domini specifici, le sue proprietà astratte di funzionamento, non possiamo escludere dall'analisi la considerazione del fatto che tale linguaggio è dentro un parlante e, per suo tramite, nel suo mondo e nell'intreccio delle sue relazioni. Di fronte ad una materia ampia, complessa e tuttora in sviluppo, molto è stato scritto, molto verrà ancora scritto, perché nonostante le attuali tecniche d'indagine e l'attenzione che il mondo della ricerca rivolge ai processi di acquisizione, come l'essere umano riesca ad apprendere nel giro di pochi anni la lingua materna, rimane per molti versi ancora un mistero, se pur descritto da tante teorie, dati e proposte. Pertanto, abbiamo compiuto delle scelte, di argomenti e di impostazione, ben consapevoli di offrire solo una prospettiva. Ma lo spirito con cui ci siamo mosse, è stato da *esploratrici*, e dunque ci addentriamo nei fenomeni del linguaggio e della sua acquisizione con l'intento non di produrre risposte conclusive, quanto di presentare la complessità, la multiformità e articolazione della materia. Perciò, se da un lato ci proponiamo di fornire un *manuale* aggiornato, che permetta a chi legge di orientarsi nel vasto campo della psico-neuro-linguistica, dall'altro vorremmo anche riuscire a suscitare la passione, il piacere della scoperta, ed il desiderio di andare sempre *oltre* nelle proprie conoscenze.

1. Rapporto tra pensiero e linguaggio

Nella ricerca linguistica che si è sviluppata a partire dalla metà del '900, i differenti approcci hanno messo diversamente a tema il rapporto fra linguaggio e pensiero, in altre parole tra il linguaggio in quanto strumento di comunicazione specifico degli esseri umani, e la formazione dei sistemi di conoscenze che sono alla base della possibilità per l'individuo di mantenere sotto controllo la relazione con la realtà, con il mondo esterno. Le scelte teoriche possono variamente mettere in prominenza o l'aspetto linguistico, o l'aspetto cognitivo, e questo può avvenire privilegiando ora una concezione strettamente biologica delle facoltà mentali, ora una concezione strettamente storico-culturale, ora, infine, tentando forme di intreccio fra le due visioni entro quadri teorici che trovano nel concetto di co-evoluzione il "paradigma" entro il quale leggere lo sviluppo delle capacità che gli esseri umani acquisiscono per interagire con l'altro da sé e con la realtà.

1.1. Chomsky e l'innatismo

L'approccio di Chomsky allo studio del linguaggio parte, alla metà del '900, da una revisione critica di alcune idee fondamentali del lavoro di Skinner (1953, 1957), in particolare dall'idea che non vi siano argomenti sufficienti per sostenere che il linguaggio umano si sviluppa, sulla base di un processo stimolo-risposta-rinforzo, sostanzialmente per imitazione del parlato a cui il/la bambino/a è esposto/a all'interno della comunità sociale in cui vive. Chomsky sostiene che gli stessi concetti di stimolo, risposta, rinforzo, sono difficilmente definibili da un punto di vista scientifico, e si ferma in particolare ad analizzare il concetto di stimolo. In un qualsiasi contesto, se un/una parlante produce l'enunciato «La sedia è rossa» ad esempio, lo stimolo che ha provocato tale comportamento è stato: la sedietà, la rossità, o qualcosa d'altro ancora? Non siamo in grado di definirlo in alcun modo oggettivo predittivo. In altri termini, solo a posteriori possiamo dire quale sia lo stimolo per un qualsiasi enunciato linguistico, di conseguenza non abbiamo a disposizione una teoria predittiva del funzionamento del linguaggio, in grado di definire su base interamente esplicita quali sono le condizioni che determinano il sorgere di un enunciato in quella determinata forma e non in un'altra. Chomsky non nega che fattori come stimolo, risposta e rinforzo possano essere caratteristiche presenti nella comunicazione umana, ma afferma che essi non sono gli elementi determinanti; ne è un esempio la stessa situazione del/la ricercatore/a, che può stare tutta una vita a studiare cose per le quali non riceve alcuna risposta o rinforzo dalla società in cui si trova a lavorare.

Fin dai suoi primi lavori, dunque, Chomsky ha dato una diversa impostazione al problema della conoscenza sottostante all'uso del linguaggio: occorreva fondare ogni ipotesi esplicativa su dati empirici oggettivi, e tali dati si identificavano nei giudizi che ogni parlante è in grado di esprimere sulla grammaticalità della propria lingua nativa. La linguistica, perciò, si proponeva di essere una vera e propria scienza del linguaggio, capace di spiegare il funzionamento delle lingue in base ad un sistema di regole interamente esplicite. Col termine «generativo» si alludeva, infatti, alla necessaria

esplicitezza del sistema di regole che sottostanno all'abilità del/la parlante di produrre e comprendere le frasi della propria lingua nativa. Chomsky in *Mind and body*, dichiara: «Mi interessa … continuare ad esaminare alcuni aspetti dello studio della mente, e in particolare, quegli aspetti che si prestano all'indagine attraverso la costruzione di teorie esplicative astratte che possono implicare una notevole idealizzazione e che saranno giustificate dal loro successo nel fornire spiegazioni» (Chomsky 1980: 20).

Inizialmente gli interessi di Chomsky furono orientati principalmente a delimitare le proprietà di una teoria linguistica in quanto teoria esplicativa del funzionamento di una qualsiasi lingua, solo in un secondo tempo tale problematica si legò strettamente al tema dell'apprendibilità di una lingua naturale. Infatti, date più grammatiche equivalenti sul piano della loro capacità descrittiva, la grammatica migliore è quella che, mediante lo stesso dispositivo di regole, è in grado di rendere conto anche della sua apprendibilità.

Mettendo a tema l'acquisizione del linguaggio, emerge con grande evidenza la necessità di un assunto di base: solo l'esistenza di un dispositivo innato che guida il corso di apprendimento del linguaggio può spiegare:

(a) l'estrema rapidità con cui il bambino impara a parlare e capire la propria lingua nativa;

(b) il fatto che questo apprendimento avviene senza istruzione esplicita e che i dati a disposizione sono non sistematici e spesso imprecisi (date le caratteristiche del parlato spontaneo);

(c) la proprietà fondamentale della conoscenza linguistica che ogni parlante accumula, vale a dire la sua sottodeterminazione rispetto all'esperienza.

Col termine «argomento della povertà dello stimolo» si intende alludere, dunque, al fatto che le caratteristiche del corso di apprendimento della propria lingua nativa, una volta confrontate con quelle della conoscenza acquisita, portano ad ipotizzare che ciò che sappiamo della nostra lingua non è il semplice risultato delle esperienze fatte, ma emerge dalla interazione fondamentale tra l'esperienza e la dotazione iniziale che ci è data biologicamente. L'esperienza, sotto la forma di dati acustici che arrivano ai circuiti neurali tramite il condotto uditivo, fornisce i dati che vengono analizzati dall'apprendente per elaborare ipotesi sulla forma della grammatica della lingua che sta imparando.

Tale analisi si rende possibile perché ciascuno di noi possiede, esattamente come dispositivo innato tipico della specie umana e non di altre, un sistema di principi che, applicati su quella esperienza, producono ipotesi strutturali sulla lingua nativa. La facoltà di linguaggio, dunque, si identifica con questo dispositivo, indicato col termine *Language Acquisition Device*, o *LAD*, misura di apprendibilità di qualsiasi lingua e dunque universale. Ne consegue che la facoltà di linguaggio è considerata un componente autonomo della mente umana, che elabora e sviluppa conoscenza secondo regole proprie di funzionamento e senza dipendere da altri componenti, pur essendo ad essi relata all'interno della globalità dell'interazione fra individuo e realtà esperienziale.

Introducendo il concetto di struttura innata, di fronte al quesito se il sistema che si sviluppa è realmente modellato dall'esperienza oppure riflette dei processi ed

una struttura intrinseci che sono attivati dall'esperienza, si dà una precisa risposta: il nostro patrimonio biologico determina sia la portata sia i limiti dello sviluppo, i fattori innati consentono di trascendere l'esperienza, raggiungendo un livello di complessità che non riflette l'ambiente.

Nell'approccio di Chomsky, dunque, si riafferma l'esistenza di sistemi di conoscenza che guidano il comportamento osservabile, senza i quali, appunto, non potrebbe svilupparsi alcuna abilità. L'ambiente, infatti, in quanto stimolo del comportamento per il *behaviorista*, riceve nell'approccio chomskyano un ruolo decisamente ancillare. L'esperienza è certamente la base indispensabile all'apprendimento, in quanto senza di essa l'intero processo non potrebbe neppure avviarsi, basti pensare al caso di bambini che per motivi eccezionali restano deprivati di ogni contesto comunicativo e per questo non diventano parlanti di alcuna lingua. Pertanto è innegabile che l'esperienza linguistica è il sostegno empirico del comportamento di parlante-ascoltatore che poi sarà osservabile come esito dell'apprendimento, ma quella stessa esperienza non incide sulle proprietà di tale apprendimento in quanto esse dipendono esclusivamente dal LAD.

Pertanto anche le differenze di abilità linguistica fra individui sono da riportare non ad una diversa competenza, giacché essa è un potenziale posseduto da tutti allo stesso modo, ma ad una diversa capacità di usare tale competenza a livello di esecuzione. Un contesto di apprendimento deprivato, infatti, incide non sulla formazione della competenza, ma solo sull'abilità di messa in opera di essa, perché comunque, per ciascuno di noi, i dati forniti dall'esperienza sono incompleti e farraginosi. Infatti, sono le proprietà del LAD a rendere sufficienti dati anche fortemente incompleti.

L'innatismo chomskyano, quindi, assegna ad un organo mentale, sistema cognitivo per eccellenza, la facoltà che ogni essere umano ha di diventare parlante di una lingua naturale, facoltà a cui non può sottrarsi neppure se lo volesse. Come non decidiamo di imparare a respirare, ma lo facciamo perché siamo programmati per farlo, così non decidiamo di imparare a parlare, perché siamo ugualmente programmati dalla nostra natura biologica per farlo. Da uno stadio iniziale che coincide con le dotazioni proprie del LAD, per interazioni successive con i dati dell'esperienza, l'individuo elabora quel sistema di conoscenze che chiamiamo grammatica di una lingua e del quale non abbiamo consapevolezza alcuna essendo l'intero processo di natura inconscia.

Gli sforzi di elaborazione teorica in direzione antibehaviorista che Chomsky faceva, da un lato risentivano del fermento culturale cognitivista che, a partire dallo *Hixon Symphosium* del settembre 1948, aveva posto le basi per l'elaborazione dell'informazione da parte del cervello umano concepito in similarità col calcolatore, dall'altro si offrivano come contributi specifici ad una scienza generale della cognizione per quanto perteneva in specifico al linguaggio umano.

La mente è concepita da Chomsky come una struttura altamente differenziata, con sottosistemi ben distinti, di conseguenza non ci dobbiamo aspettare che la comprensione di uno di questi sistemi, di come è organizzato e di come funziona, possa fornire i principi da applicare anche agli altri. Ad esempio non sembra plausibile che una spiegazione della conoscenza del linguaggio possa contribuire direttamente a far capire come funziona la visione. Naturalmente questi sistemi interagiscono fra loro e possono condividere alcune proprietà generali, ma ciascuno è da concepirsi come

autonomo, e dunque è plausibile che ciascuno sia organizzato in modi anche molto diversi dagli altri. Pertanto, l'intraprendere lo studio della mente si identifica con l'indagine del carattere specifico di sistemi particolari, come la facoltà di linguaggio.

Intrinsecamente connessa a tale idea è la natura modulare della facoltà di linguaggio: la mente è a carattere modulare, cioè un sistema di sistemi distinti seppure interagenti; infatti secondo Chomsky vi sono delle proprietà biologiche, geneticamente determinate e caratteristiche della specie umana, che determinano i tipi di sistemi cognitivi che possono svilupparsi nella mente, compreso il linguaggio. Per quanto riguarda il linguaggio, il termine *GU – Grammatica Universale* – allude proprio a tali proprietà del patrimonio biologico della specie umana. Dunque le proprietà della GU sono biologicamente necessarie (caratterizzazione del linguaggio umano) e non logicamente necessarie (caratterizzazione del linguaggio in quanto tale), e il loro studio appartiene alla scienza naturale di cui la GU è parte.

Pertanto, si affronta lo studio della mente umana in modo analogo allo studio della struttura fisica del corpo: la mente umana è indagata come un sistema biologico specifico, con componenti ed elementi di vario tipo. Lo studio delle facoltà mentali si può considerare come facente parte dello studio del corpo – in particolare del cervello – fatto ad un certo livello di astrazione.

L'assunzione iniziale di Chomsky, che alla base dell'acquisizione si trovi una GU ben definita e precisata nei suoi principi, è da riportare al legame stretto che Chomsky poneva tra modularità e innatezza della struttura: «quelli che tendono a sostenere la modularità, tendono ad assumere una ricca struttura innata, mentre quelli che assumono una struttura innata limitata tendono a negare la modularità» (Chomsky 1980: 45). Vale a dire che se si ritiene che i vari sistemi mentali siano organizzati in base a principi ben diversi, ne consegue che questi sistemi sono intrinsecamente determinati e non sono semplicemente il risultato di meccanismi comuni di apprendimento e di crescita. Per spiegare il raggiungimento delle competenze finali di un/una parlante, occorre presupporre che lo stato iniziale contenga già strutture linguistiche specifiche: la GU, eredità biologica della specie. Nella teoria è dunque implicata una precisa ontologia della mente:

- la grammatica allo stato iniziale genera rappresentazioni;
- la funzione che porta dallo stato iniziale allo stato finale è sensibile alla struttura di questi dati;
- la grammatica allo stato finale continua a fare quello che faceva allo stato iniziale, produce rappresentazioni, anche se di altra natura.

L'ontologia della grammatica sembra dunque richiedere rappresentazioni ad ogni stadio di sviluppo. Pertanto diviene naturale considerare un sistema cognitivo come un analizzatore di rappresentazioni, un meccanismo che recupera rappresentazioni a partire dai segnali del mondo esterno e produce rappresentazioni mediante le quali influenza a sua volta il mondo esterno. Dunque la svolta anticomportamentista è la seguente: dentro la scatola nera della mente/cervello ci sono rappresentazioni. L'assunto fondamentale è la realtà psicologica dei costrutti teorici.

Su questo punto occorre, tuttavia, sottolineare le modifiche elaborate in anni più recenti; ad esempio, abbiamo la diversa descrizione fatta da Jackendoff della GU: la conoscenza innata del linguaggio non è presente fin dalla nascita, ma essendo
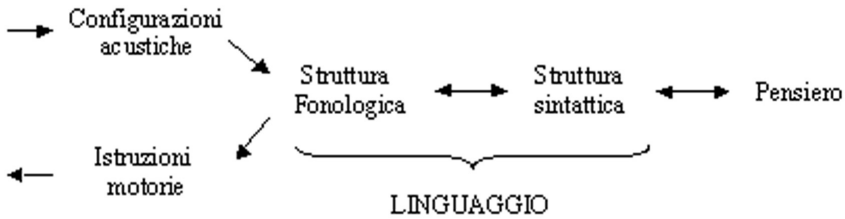
Fig. 1 Flusso d'informazione nel cervello di un parlante-ascoltatore (da Jackendoff 1998)

determinata dalle strutture cerebrali, essa «è presente solo quando sono presenti le strutture del cervello che le fanno da supporto» (Jackendoff 1998: 48). D'altra parte lo sviluppo della struttura fisica del corpo inclusa la struttura neurale del cervello non è completa fin dalla nascita, dunque anche lo sviluppo graduale della conoscenza innata nel corso di diversi anni di vita è in linea con altri fenomeni evolutivi. In conclusione, l'apprendimento del linguaggio non è un passivo assorbimento di informazioni dall'ambiente, ma sono attivi principi inconsci che permettono di dare un senso, di analizzare, l'informazione che viene dall'ambiente. Inoltre, certi aspetti della nostra conoscenza del linguaggio devono essere derivati geneticamente e non soltanto mediante l'apprendimento.

Per quanto riguarda in particolare la percezione e produzione del linguaggio, per Jackendoff il pensiero è una configurazione di scariche neurali, distinta tanto da configurazioni motorie quanto da configurazioni uditive. Dunque il cervello deve avere un modo per convertire le configurazioni di scariche neurali che costituiscono il pensiero nelle configurazioni di scariche neurali che guidano l'apparato vocale, così come un modo per convertire le configurazioni di scarica prodotte dall'orecchio interno in quelle che costituiscono il pensiero. Queste traduzioni non sono eseguite dal cervello in un sol colpo, piuttosto sono coinvolti alcuni passi intermedi, almeno la struttura fonologica e la struttura sintattica: vedi fig. 1.

1.2. Piaget e il costruttivismo

Al di là dell'Oceano, nella vecchia Europa, tenne «viva la fiamma cognitiva durante l'egemonia del behaviorismo» (Gardner 1988: 137) lo studioso ginevrino Jean Piaget, che dopo aver iniziato con studi di biologia, aveva diretto il suo interesse di ricerca verso le strutture basilari del pensiero, proponendosi di trovare un'epistemologia fondata su principi biologici. Egli assunse come programma di lavoro i problemi dell'epistemologia occidentale, quali il tempo, lo spazio, la causalità, il numero, considerandoli come categorie che sottostanno a precisi meccanismi e si costruiscono nella mente del/la bambino/a nel corso di uno sviluppo attraverso precise fasi. Ma sarà sempre l'ipotesi di innatismo ad essere negata con forza da Piaget, che del programma chomskyano condivide gran parte: «Penso che c'è accordo sull'essenziale, e non vedo

alcun conflitto importante tra la linguistica di Chomsky e la mia psicologia. Posso dire che sui punti che concernono i rapporti fra linguaggio e pensiero io mi considero come il simmetrico di Chomsky» (Piaget 1979: 95).

Con estrema lucidità e chiarezza epistemologica Piaget dichiara, nel corso del dibattito con Chomsky tenutosi a Royaumont dal 10 al 13 ottobre 1975, che solo il funzionamento dell'intelligenza è ereditario, ed esso genera strutture mediante l'organizzazione di azioni successive esercitate su degli oggetti. Di conseguenza, l'epistemologia conforme ai dati della psicogenesi non sarà né empirista né innatista, ma consisterà soltanto di un costruttivismo. Non esistono strutture cognitive a priori o innate, di cui il linguaggio sarebbe un esemplare. Per Piaget la conoscenza non è riducibile ad un effetto dovuto a semplici percezioni, ma il percepito viene costantemente elaborato tramite degli schemi di azione. La conoscenza procede dall'azione, è azione che si ripete e si generalizza tramite l'applicazione ad oggetti nuovi con la formazione di schemi; in altri termini, la conoscenza è l'assimilazione degli oggetti percettivi e degli schemi che il soggetto possiede e si forma. La crescita di tale conoscenza avviene attraverso stadi che testimoniano l'intrinseca proprietà di costruzione continua.

Piaget ha studiato, nel corso della sua vita, una vasta gamma di questioni riguardanti lo sviluppo cognitivo; nella sua teoria, le strutture cognitive sono dei principi organizzativi che vengono inferiti dai vari comportamenti che è possibile osservare e rappresentano la risposta che Piaget dà al quesito: se i comportamenti X e Y possono essere osservati, allora che tipo di sistema cognitivo dovremmo postulare per poter dare conto di tali comportamenti? Dunque le strutture cognitive proposte da Piaget costituiscono l'organizzazione del sistema cognitivo umano inferita dal comportamento. Per spiegarla Piaget fa riferimento alla teoria matematica dei gruppi, che è una branca dell'algebra astratta, ed alla cui base sono una serie di leggi che regolano il modo in cui gli elementi possono combinarsi. Ad esempio, la legge dell'associatività, che stabilisce che a + b = b + a, e cioè che l'ordine di combinazione degli elementi del gruppo è irrilevante. Per Piaget i principi del pensiero possono essere definiti da una teoria dei gruppi per lo stadio operazionale concreto, e da strutture logico-matematiche durante lo stadio operazionale formale.

Il neonato fa il suo ingresso nel mondo avendo a disposizione un repertorio limitato di configurazioni comportamentali innate. Su questa base innata, il bambino costruisce ed acquisisce nei primi due anni di vita una varietà di configurazioni comportamentali più complesse che gli permettono di interagire con l'ambiente. Si tratta degli schemi, caratterizzati dalla presenza di organizzazione, ma dall'assenza di una componente mentale.

In primo luogo, esiste un *periodo senso-motorio* anteriore al linguaggio che costituisce una logica delle azioni, quali ad esempio relazioni di ordine, inclusione di schemi, intersecazioni, messa in corrispondenza, ecc., la quale è foriera anche di scoperte, ad esempio la permanenza degli oggetti, l'organizzazione dello spazio, la causalità, ecc. Sulla base di questa logica delle azioni, si fonda per Piaget la possibilità di sviluppo del linguaggio, che altrimenti non potrebbe formarsi. Infatti, si tratta del passaggio dall'azione alla rappresentazione tramite la formazione di una funzione semiotica. Il periodo sensomotorio va dalla nascita fino all'età di 2 anni circa. Durante questo stadio il comportamento del bambino è organizzato come funzione di un qualche effetto

sensorio o motorio da lui prodotto. Sono presenti i riflessi innati e solo nello stadio finale le rappresentazioni; tra i due processi si collocano gli schemi, vale a dire quelle strutture organizzative non simboliche che mediano le interazioni del bambino col mondo esterno. Tali schemi si formano a partire dalle azioni che il bambino compie nell'ambiente (uno schema per afferrare, uno per guardare, uno per imitare) ed essi si trasformano in rappresentazioni solo quando il bambino comincia ad immagazzinare l'informazione relativa al mondo esterno e ad usarla come base per il comportamento futuro. Nel primo anno e mezzo di vita circa, il bambino non ha, per Piaget, una capacità di rappresentazione in senso vero e proprio, ma possiede solo un'intelligenza motoria. La conoscenza relativa al mondo è fatta di percezioni e di azioni, il bambino capisce gli oggetti solo attraverso le azioni e gli schemi percettivi. Gli schemi sensomotori, ad esempio, consentono al bambino di riconoscere la madre, ma non di pensare a lei una volta che se ne sia andata. Quindi il bambino è in grado di riconoscere gli oggetti e gli eventi, ma non di ricordarli in loro assenza. Per questo motivo, Piaget non considera la conoscenza sensomotoria del bambino nei termini di rappresentazione mentale; quello che manca è sia un sistema di concetti, sia un sistema simbolico mobile e flessibile, capace di indicare e di far riferimento a quei concetti. L'uscita dallo stadio sensomotorio incomincia con lo sviluppo dei simboli mentali che possono rappresentare gli oggetti e gli eventi in loro assenza.

La capacità di rappresentare mentalmente la realtà è l'inizio del pensiero vero e proprio e segna il passaggio allo *stadio preoperazionale*, che va dai 2 ai 6/7 anni. Tipico di questo periodo è l'egocentrismo, l'animismo, comunque l'assenza di quelle strutture cognitive che contraddistinguono il periodo operazionale concreto.

Lo *stadio delle operazioni concrete* va dai 6/7 anni ai 12/13 anni, ed è caratterizzato da strutture cognitive quali la conservazione: giudicare se due quantità sono uguali oppure no.

Lo *stadio delle operazioni formali* che inizia dai 12/13 anni segna il passaggio da una capacità di pensare in relazione ad eventi visibili e concreti, ad una capacità di pensare ipoteticamente e di tener conto delle possibilità di quel che può accadere relativamente a certi eventi.

Assimilazione e *accomodamento* sono i due meccanismi fondamentali del cambiamento cognitivo: l'assimilazione è il meccanismo grazie al quale le strutture cognitive esistenti decidono quale informazione selezionale dall'ambiente (noi interpretiamo il mondo in accordo con le strutture delle conoscenze esistenti), l'accomodamento è al contrario il meccanismo grazie al quale una struttura cognitiva esistente viene lievemente modificata per il fatto che non può elaborare completamente l'informazione disponibile nell'ambiente. Per Piaget i due meccanismi operano insieme, in modo tale che l'ambiente viene sempre interpretato alla luce delle strutture cognitive esistenti le quali vengono però, e allo stesso tempo, modificate dalle strutture dell'ambiente. Il nuovo viene assimilato al noto, ma il noto non resta intatto e risente del suo incontro con il nuovo.

Nel famoso incontro di Royaumont del 1978, Inehlder (1979) afferma che tanto Chomsky quanto Piaget hanno cercato di analizzare le strutture soggiacenti alle forme manifeste del pensiero e del linguaggio, ma mediante due vie differenti. Per Piaget il linguaggio fa parte di un'organizzazione cognitiva più generale che affonda le sue radi-

ci «nell'azione e nei meccanismi senso-motori più profondi del fatto linguistico», in particolare, il linguaggio è uno degli elementi di un fascio di manifestazioni che riposano sulla funzione semiotica alla quale pervengono il gioco simbolico, l'imitazione differita e l'immagine mentale. Dunque la differenza fondamentale tra i due studiosi è data dal fatto che Piaget considera tutta l'acquisizione cognitiva, compreso il linguaggio, come il prodotto di una costruzione progressiva, a partire dalle forme evolutive dell'embriogenesi biologica fino al pensiero scientifico contemporaneo, e rifiuta l'ipotesi di una pre-programmazione nel senso stretto del termine. Ciò che è innata per Piaget è una capacità generale di ricombinare i livelli successivi di un'organizzazione cognitiva sempre più avanzata. Per tale ragione considera la rappresentazione dell'*hic et nunc* come il risultato dell'intelligenza senso-motoria. Ciò non significa che Piaget veda in essa una preparazione sufficiente per tutte le esecuzioni e le competenze linguistiche ulteriori. Non è detto che un comportamento anteriore sia capace da solo di dar luogo ai comportamenti ulteriori. Ciascun livello senso-motorio e semiotico sembra regolato da dei principi evolutivi, ma l'analogia non è necessariamente identità e la ricostruzione ad un livello superiore non equivale ad una semplice ripetizione di quello che è stato operato al livello inferiore (Inhelder 1979: 201). Secondo Sinclair «a livello senso-motorio il bambino può stabilire relazioni di ordine, di tempo e di spazio, può classificare degli oggetti, vale a dire può utilizzare una categoria di oggetti per le stesse azioni o applicare un insieme di schemi di azione ad uno stesso oggetto. Può legare gli oggetti e le azioni, così come le azioni tra loro. L'equivalente linguistico di tali strutture d'azione sarà la concatenazione, la categorizzazione, in particolare le categorie essenziali di P, SN, SV e delle relazioni grammaticali funzionali, come soggetto di, oggetto di, ecc.» (Sinclair 1971: 126)[1]. Le schematizzazioni senso-motorie forniscono così al bambino un'euristica che gli permette di avvicinare le strutture sintattiche e dialogiche della sua lingua.

Più in generale i sostenitori dell'approccio piagettiano assumono una relazione diversa tra linguaggio e conoscenza: più esaminano lo sviluppo linguistico, dice Karmiloff-Smith (1995), più prendono consapevolezza dell'intensa attività che il bambino mette in atto nella scoperta delle regole e delle funzioni della sua capacità linguistica; sono portati a pensare che a sua volta tutta questa attività di scoperta sul linguaggio si ripercuota sullo sviluppo delle conoscenze del bambino negli altri domini. Contrariamente a Chomsky, che afferma che non esiste una teoria generale dell'apprendimento cognitivo, i piagettiani sono convinti che l'apprendimento della conoscenza corrisponda ad un processo assai generale, sia che si tratti di apprendimento logico-matematico, fisico, o della conoscenza avente per oggetto la lingua materna.

1.3. La proposta modulare di Fodor

Ponendo il suo discorso entro la psicologia dei processi cognitivi e di fatto proponendo un'ipotesi per la psicologia delle facoltà, Fodor (1988) ripercorre, spesso

[1] Per le nozioni sintattiche pertinenti cfr. 5.

provocatoriamente e con la sua tipica punta di sbarazzina irriverenza, il concetto di struttura mentale così come esso si esplica in alcuni approcci; dal loro confronto Fodor parte per sviluppare la riflessione sul modo in cui dalla percezione si possa giungere alla formazione di credenze nell'individuo. Dalla linguistica chomskyana, egli trae l'idea che la mente sia la struttura biologica che consente il formarsi delle conoscenze negli esseri umani, e che in particolare il linguaggio sia un vero e proprio organo mentale alla cui struttura non abbiamo accesso per introspezione. Dagli studi psicologici egli fa emergere una "rilettura" della frenologia di Gall che lo porta a suddividere la struttura della mente in sottosistemi funzionalmente distinti, fra i quali si trova il linguaggio; Fodor definisce tale struttura di natura verticale intendendo questo termine come sinonimo di modulare e trova nella stessa architettura di Gall una forte analogia con la concezione modulare che egli intende affermare. La mente risulta, così, un'architettura complessa e variamente articolata, ove uno stesso organo anatomico, il cervello, dà luogo a funzioni dalle caratteristiche profondamente diverse. Di conseguenza, Fodor trova non sostenibile una teoria che faccia coincidere l'evento mentale – le funzioni psicologiche superiori – con l'evento materiale, vale a dire il circuito, la rete dei neuroni[2].

Fodor (1988) propone una tassonomia funzionale dei processi psicologici in cui si distinguono tre livelli: trasduttori, sistemi di input e processi centrali; il flusso delle informazioni in entrata accede a tali meccanismi in tale ordine, più o meno. Si tratta di un'architettura della mente in cui percezione e cognizione sono distinte, nella misura in cui l'analisi percettiva «non è, in termini rigorosi, una specie di pensiero» (Fodor 1988: 76), ma occorre progettare un sistema computazionale che ha il compito di mediare tra *output* dei trasduttori e meccanismi cognitivi centrali, e serve «ad ottenere informazioni sul mondo in un formato idoneo per l'accesso a quei processi centrali che mediano la fissazione delle credenze» (Fodor 1988: 80), vale a dire la formazione di saperi.

I sistemi di input, fra i quali rientra il linguaggio, sono modulari, pertanto condividono tutte le proprietà tipiche delle facoltà verticali. Essi sono caratterizzati da specificità per dominio, nel senso che l'analisi percettiva richiede un corpo di informazioni che sono specifiche di quel dominio per carattere e contenuto (si parla in questo caso di domini eccentrici). Valgono ad esempio alcuni risultati ottenuti dai ricercatori degli Haskins Laboratories per quanto concerne la specificità di dominio dei sistemi percettivi che agiscono sull'analisi fonologica del linguaggio. Si osserva, infatti, che lo stesso identico segnale che è udito come l'inizio di una consonante, quando il contesto indica che si tratta di uno stimolo linguistico, è invece udito come sibilo o fischio quando il contesto acustico indica che si tratta di stimolo non linguistico.

Dunque i sistemi computazionali che agiscono per l'analisi percettiva del linguaggio operano soltanto sui segnali acustici considerati emissioni della lingua parlata, e non indifferentemente quando si presenti uno stesso identico segnale. In effetti, il legame tra eccentricità del dominio e modularità è forte; considerando la questione

[2] Possiamo qui rilevare una posizione decisamente antitetica rispetto a quella sostenuta dall'approccio connessionista, per il quale cfr. i lavori di Churcland (1992) e Churcland e Sejnowski (1995), come pure il gruppo PDP in 1.7.

in una direzione, potremmo dire che i sistemi modulari hanno come caratteristica probabile di operare su domini eccentrici giacché un motivo per cui un sistema si modularizza è che i calcoli che esegue sono idiosincratici; considerando la questione nella direzione contraria, possiamo sostenere che domini specializzati richiedono sistemi di computo specializzati.

I sistemi di input non possono fare a meno di entrare in azione ogniqualvolta possono farlo, trovandosi in presenza del dominio specifico di pertinenza, pertanto essi operano al di là dell'intenzione del soggetto. Basti pensare al linguaggio: anche quando si chieda ad un soggetto di prestare attenzione alle proprietà fonetico-acustiche dell'input, non si può evitare di identificare le parole in gioco; oppure anche in una situazione di ascolto involontario, ove non si può udire il parlato come rumore e pertanto, o ci tappiamo le orecchie per non ascoltare, oppure cerchiamo di orientare l'attenzione e di concentrarci su qualcos'altro confidando nel fatto che, siccome è difficile concentrarsi su più di una cosa alla volta, il sistema di input a cui non si presta attenzione sia spento selettivamente.

La modularità attribuita agli analizzatori di input comporta necessariamente che le rappresentazioni da essi fornite debbano interfacciarsi in una qualche parte, di conseguenza che esistano dei sistemi cognitivi non modulari in grado di trattare informazioni provenienti da domini differenziati. I sistemi centrali sono, per Fodor, esattamente questo meccanismo che attraversa tutti i domini determinati dai sistemi di input; essi sono, pertanto, non specifici per dominio, non incassati informazionalmente e dunque non modulari. Quando si parla pre-teoricamente di pensiero, o di soluzione dei problemi, si fa riferimento a quelle operazioni mentali che appartengono ai sistemi centrali. Essi «esaminano quel che viene trasmetto da quelli di input, osservano quel che è depositato in memoria e utilizzano queste informazioni per vincolare il calcolo dell'«ipotesi migliore» di come sia il mondo» (Fodor 1988: 162). La caratteristica fondamentale dei sistemi centrali è l'isotropia; con questo termine Fodor intende che le conferme scientifiche, o le conferme per le credenze individuali, si basano su fatti che possono essere tratti da qualsiasi ambito del sapere e su inferenze che non hanno la natura di calcoli su strutture informazionali delimitate e locali, ma che invece sono sensibili all'intero sistema di credenze: «la funzione tipica dei sistemi centrali è la fissazione delle credenze (percettive o altro) per inferenze non basate su dimostrazione» (Fodor 1988: 162).

Se l'elaborazione del linguaggio richiede moduli specifici per dominio (fonologia, sintassi, morfologia, semantica, e loro moduli interni) e informazionalmente incapsulati, la formazione del pensiero richiede, all'opposto, una piena orizzontalità della mente umana in quanto l'elaborazione dell'informazione, a questo livello, avviene tramite processi che hanno accesso ad informazioni provenienti da più di un dominio cognitivo. La funzione tipica, infatti, è la fissazione delle credenze tramite inferenze non basate su dimostrazioni. Nel trattare conoscenze nuove, si osserva tutto ciò che è depositato in memoria e si utilizzano le informazioni per vincolare il calcolo dell'«ipotesi migliore»; i fatti rilevanti per la conferma di tale ipotesi possono essere tratti da ogni ambito, anche apparentemente irrelato fino ad allora, con estrema libertà di accesso ad ogni dominio cognitivo. Il processo che sta alla base della formazione dei saperi è, dunque, il ragionamento analogico, in quanto l'analogia stabilisce nuove

commensurabilità in ragione del fatto che opera un trasferimento di informazioni tra domini cognitivi previamente ritenuti irrelati o mutualmente non pertinenti. Nell'analogia, pertanto, in quanto non legata alla compatibilità logica o tematica delle informazioni da trattare, risiede l'assenza di limiti per i saperi.

In pratica, tutto ciò che uno sa definisce il livello di accettazione di ogni credenza, tutto ciò che uno sa è pertinente per determinare cos'altro dovrebbe sapere. Il ragionamento analogico è l'isotropia nella forma più pura, in quanto una nuova credenza, una nuova forma di sapere si struttura tramite il trasferimento di informazioni tra domini cognitivi fino ad allora ritenuti mutualmente non pertinenti. La capacità di stabilire relazioni analogiche tra domini apparentemente irrelati, dunque senza limite alcuno, sembra essere la modalità secondo cui i saperi si formano e si trasformano nell'individuo e nella scienza: «quel che si sapeva del flusso dell'acqua è stato mutuato per il flusso dell'elettricità; della struttura del sistema solare, per il modello della struttura dell'atomo; dell'economia di mercato, per il modello dei processi di soluzione naturale, a sua volta mutuato per il modellaggio delle risposte operanti» (Fodor 1988: 165-166).

Pertanto, seguendo Fodor, l'analogia è la misura propria di commensurabilità fra campi diversi, in altre parole, l'analogia come misura di commensurabilità si fonda su somiglianze e differenze tra campi diversi che però non devono essere di necessità oggettivamente relati, non devono "parlare dello stesso oggetto". Di fatto, la relazione analogica non è deterministicamente prodotta dalle proprietà assolute dei campi messi a confronto, ma è un procedimento immaginativo mediante il quale un soggetto, in un preciso contesto storico e culturale, usa la conoscenza che ha già elaborato o per risolvere problemi o anche per generare problemi. Su questa linea di approccio, Lakoff e Johnson (1980) trovano nelle metafore, strutture per eccellenza del "vedere come", e nelle analogie i processi costitutivi della esperienza stessa perché sono il modo di esperire il mondo da parte dei soggetti pensanti.

1.4. Lo sviluppo del linguaggio tra innatismo e costruttivismo: Karmiloff-Smith

Ciò che rende diverso il linguaggio umano dalle altre forme di comunicazione animale – o di comportamento intenzionale come il tessere la tela di un ragno – non è la complessità, secondo Karmiloff-Smith (1995), ma il fatto che il bambino ha le risorse per fare oggetto di attenzione cognitiva le proprie rappresentazioni mentali. Il bambino, dunque, è non solo fruitore del linguaggio, ma in seguito diviene anche un piccolo grammatico. In altre parole, la caratteristica principale è costituita dal fatto che gli esseri umani vanno oltre il comportamento efficiente: i bambini che hanno un normale sviluppo del linguaggio non si accontentano di usare le parole e le strutture sintattiche giuste, ma trascendono il loro uso per sfruttare la conoscenza linguistica già immagazzinata per ottenere ulteriori forme di conoscenza.

Per quanto riguarda l'acquisizione del linguaggio, dobbiamo, dunque, distinguere tra approcci che la considerano o come dominio specifica (teorie innatiste), o come dominio generale (teorie piagettiane).

Per la teoria piagettiana, tanto la sintassi quanto la semantica risultano unicamente dall'organizzazione generale dell'intelligenza senso-motoria; il linguaggio non ha uno sviluppo autonomo in quanto non è considerato una facoltà autonoma della mente umana; i concetti cognitivi di agente, azione, oggetto che subisce l'azione, sono il primo presupposto delle prime strutture di frase; nozioni come quelle di sintagma – gruppo di parole che costituisce un'unità di livello sintattico superiore alla parola singola – quali SN, SV, sono considerate non a disposizione del bambino nelle sue computazioni linguistiche. Questo approccio non riesce tuttavia a spiegare i vincoli naturali inerenti alle potenzialità inferenziali del bambino: se fossero realmente operanti generalizzazioni di matrice cognitiva, indipendenti dal dominio, sulla scorta di tutti i dati in ingresso il bambino farebbe molte generalizzazioni linguistiche inappropriate. Perciò, nei primi stadi almeno dello sviluppo del linguaggio, le caratteristiche dominio specifiche sono più plausibili che non quelle dominio-generali.

Invece, quanti hanno, come gli innatisti, una concezione dominio-specifica dell'acquisizione del linguaggio, si aspettano che il neonato possegga un certo numero di preferenze attentive per il linguaggio verbale, giacché attribuiscono la scansione delle prime tappe del linguaggio a vincoli maturazionali specificati innatamente. L'apprendimento della lingua nativa, cioè, è inteso come un processo guidato fin dalla nascita in maniera predeterminata. Si è osservato, infatti, che a soli tre giorni dalla nascita i neonati si sono rivelati sensibili alle differenti forme prosodiche del francese e del russo; a sei mesi mostrano di essere sensibili ai confini proposizionali della lingua nativa. Pertanto se ne conclude che la stabilizzazione di categorie percettive fonologicamente rilevanti non richiede un precedente consolidamento di programmi sensomotori; assai prima di riuscire a parlare il bambino è sensibile ai confini di parole e ai confini proposizionali entro cui applicare le regole grammaticali.

Per Karmiloff-Smith (1995) lo sviluppo del linguaggio implica un processo che consiste nell'andare oltre la modularità, nel senso seguente. Secondo Fodor (cfr. 1.3.) i moduli relativi al linguaggio e alla percezione visiva sono specificati fin dalla nascita, per Karmiloff-Smith, invece, occorre fare una distinzione tra il concetto di modulo prespecificato ed il concetto di *processo di modularizzazione*, che secondo lei ha luogo ripetutamente come prodotto dello sviluppo. Se la mente umana è formata su una struttura modulare, la modularizzazione avviene nel corso dello sviluppo, anche per il linguaggio. Tenendo conto della plasticità del primo sviluppo cerebrale, è plausibile «che un numero alquanto limitato di predisposizioni innate e dominio-specifiche (che non sono strettamente modulari) sia sufficiente a circoscrivere i tipi di dati che computa la mente infantile. Pertanto si può ipotizzare che, col tempo, i circuiti cerebrali vengano progressivamente selezionati per eseguire differenti computazioni dominio-specifiche; in certi casi avremo così la formazione di moduli relativamente incapsulati» (Karmiloff-Smith 1995: 22). Sostanzialmente Karmiloff-Smith ritiene che non si debba identificare il concetto di dominio con quello di modulo: per quanto riguarda la mente infantile, «dominio è l'insieme di rappresentazioni che fanno da supporto a una specifica area della conoscenza» come il linguaggio, il numero, la fisica, e così via; il modulo «è un'unità di elaborazione delle informazioni che incapsula tale conoscenza e le computazioni relative». Ne deduce che «considerare lo sviluppo come dominio specifico non implica … la modularità» (Karmiloff-Smith 1995: 25).

Nel suo approccio Karmiloff-Smith vede il cervello non come prestrutturato, cioè dotato di rappresentazioni già pronte e disponibili, ma piuttosto come orientato a sviluppare progressivamente rappresentazioni, interagendo sia con l'ambiente esterno che con il suo stesso ambiente interno. Dunque, se si riconosce il bisogno di superare l'impostazione strettamente piagettiana perché da solo lo sviluppo sensomotorio non può dare conto dei vincoli specificamente linguistici – ad esempio disporre in serie un insieme di oggetti non costituisce la base per l'ordine delle parole – tuttavia occorre anche tenere conto del fatto, derivante dalla stessa impostazione, che i bambini piccoli sono attivi costruttori della loro conoscenza e questo coinvolge tanto vincoli dominio-specifici quanto processi generali.

In particolare per Karmiloff-Smith (1995) esistono dei vincoli iniziali che sono dominio-specifici e che indirizzano la costruzione progressiva di rappresentazioni linguistiche dominio specifiche, ma a loro volta queste rappresentazioni dominio-specifiche vengono ridescritte e diventano così disponibili per processi di livello dominio-generale. Si ha così un insieme di rappresentazioni multiple di informazioni linguistiche che sono simili, ma sono in formati rappresentazionali differenti. In altre parole, gli infanti elaborano l'informazione linguistica in modo linguisticamente vincolato, ma nonostante ciò Karmiloff-Smith non ritiene che l'acquisizione del linguaggio sia totalmente riducibile a vincoli predeterminati.

Il modello teorico proposto – *modello di Ridescrizione Rappresentazionale* (RR) – più in generale cerca di dar conto del modo in cui le rappresentazioni del/la bambino/a divengono progressivamente manipolabili e flessibili, via via che in lui/lei emerge l'accesso conscio alla conoscenza e la capacità di costruire teorie. Il modello implica un processo ciclico, mediante il quale l'informazione già presente in rappresentazioni finalizzate, che funzionano autonomamente nell'organismo, è resa progressivamente disponibile (attraverso processi di ridescrizione) ad altre parti del sistema cognitivo. In altri termini, la ridescrizione rappresentazionale è un processo mediante il quale «le informazioni implicite *nella* mente divengono in seguito conoscenze esplicite *per* la mente, prima in relazione a un dominio particolare e poi, eventualmente, ad altri. Il processo di ridescrizione rappresentazionale si suppone abbia luogo in modo spontaneo come parte di una spinta interna a creare collegamenti, tanto entro uno stesso dominio quanto fra domini diversi» (Karmiloff-Smith 1995: 41-42). In pratica questa sorta di "rielaborazione dei dati" implica non un cambiamento simultaneo nei vari domini, ma uno stesso tipo di lavoro che in momenti successivi può investire i vari domini.

Il modello si sviluppa in tre fasi:

- I fase: il bambino si concentra sui dati che provengono dall'esterno, dall'ambiente in cui è immerso; si tratta di un periodo di "puro immagazzinamento dati". Il bambino in questa fase non collega le varie informazioni; come dice l'autrice «la prima fase culmina con prestazioni efficienti e coerenti» (Karmiloff-Smith 1995: 43): si tratta dell'acquisizione di "automatismi" non di meta-acquisizione;
- II fase: il bambino è assorto nell'individuazione delle regole che stanno dietro i dati acquisiti nella fase precedente: la sua attenzione non è più rivolta verso l'esterno, ma è totalmente guidata dall'interno. Molto spesso nei bambini, in questo periodo, si assiste ad un comportamento estremamente rigido: un esempio può essere

il periodo dell'acquisizione delle forme verbali; normalmente si ha un cosiddetto momento di "regolarizzazione", durante il quale il bambino tende a regolarizzare tutte le forme verbali, noncurante delle correzioni che l'adulto può fare: "vienite" per "venite", "facete" per "fate", ecc.;
- III fase: è il momento in cui rappresentazioni interne e dati si ricongiungono portando ad una situazione di equilibrio.

In pratica queste tre fasi implicano, nell'ordine: l'acquisizione dei dati provenienti dall'esterno, l'individuazione delle regole sottostanti ai vari dati a disposizione, la generalizzazione dell'apprendimento.

La forma sotto la quale avvengono queste fasi viene teorizzata da Karmiloff-Smith in alcuni livelli di rappresentazione della conoscenza; il primo livello è quello *implicito (I1)* in cui si collocano le varie procedure mentali che permettono l'analisi e la risposta dei/ai dati provenienti dall'ambiente esterno. Queste procedure sono però modulari, nel senso che analizzano i dati in modo indipendente l'uno dall'altro, si tratta di rappresentazioni incapsulate informativamente. In pratica i dati compresi nelle rappresentazioni di livello I non sono disponibili ad altre procedure nel sistema cognitivo; quindi se due procedure contengono gli stessi dati, il bambino non è in grado di fare il collegamento e rendersi conto che si tratta della stessa cosa. Nonostante questo, il bambino è in grado di processare input specifici e rispondere velocemente e efficacemente all'ambiente anche se con una certa rigidità.

Comincia poi sulla base di queste informazioni implicite una prima ridescrizione rappresentazionale, che porta al secondo livello, quello *esplicito 1 (E1)*, dove i dati cominciano ad essere collegati tra loro. Il sistema cognitivo del bambino comincia ad individuare le varie analogie tra i dati immagazzinati fino a quel momento; il sistema cognitivo comincia a questo punto ad essere flessibile. È importante sottolineare è che le rappresentazioni E1 non sono necessariamente accessibili alla coscienza e alla verbalizzazione. Solo al livello *esplicito 2 (E2)* le rappresentazioni diventano accessibili alla coscienza anche se non al resoconto verbale che invece si concretizza con il livello *esplicito 3 (E3)*. Alla base della formulazione teorica dell'ipotesi RR, pertanto, vi è l'osservazione che «nella mente esistono rappresentazioni multiple di conoscenze simili, a diversi livelli di dettaglio e di esplicitazione» (Karmiloff-Smith 1995: 48).

Per quanto riguarda più nello specifico il linguaggio ed il suo sviluppo nel bambino, il modello di *Ridescrizione Rappresentazionale RR* postula che le rappresentazioni linguistiche subiscano una successiva ridescrizione che le rende oggetti di attenzione linguistica al di là del loro impiego in tempo reale nella produzione e percezione del linguaggio. I bambini vanno oltre la padronanza del comportamento, oltre la fluenza verbale ed il successo comunicativo, per sfruttare *oltre* la conoscenza linguistica accumulata. Vale a dire che, le rappresentazioni linguistiche formate durante l'infanzia e la prima fanciullezza servono ai bambini per percepire e produrre frasi nella loro lingua materna. Si tratta di rappresentazioni immagazzinate che funzionano come procedure per comprendere e produrre enunciati, sono cioè informazioni nella mente. La conoscenza implicitamente contenuta nelle procedure linguistiche (rappresentazioni di livello I), viene prima ri-rappresentata a livello E1, che non è disponibile per resoconti verbali e per il quale vanno cercati indizi empirici nel com-

portamento linguistico dei bambini (esempio le autocorrezioni). Queste rappresentazioni di livello E1, costituite da dati flessibili e manipolabili, sono accessibili poi alla riflessione metalinguistica e consentono relazioni tra un domino e l'altro, collegando così il linguaggio ad altri aspetti della cognizione. Ad esempio, i bambini francesi di 4 anni usano tranquillamente "ma voiture" e "mes voitures" per il plurale, ove solo una differenza di pronuncia dell'aggettivo possessivo funge da marcatore del plurale, intendendo dire tutte le mie auto, mostrando così di avere efficienti rappresentazioni di livello I. Invece i bambini di 6 anni danno luogo ad espressioni ridondanti del tipo "toutes les miennes des voitures", dove la totalità è espressa dal quantificatore "toutes", la pluralità dall'articolo "les" ed il possessivo da "miennes"; ponendo a questi stessi bambini dei quesiti di tipo metalinguistico, i bambini mostrano di non avere accesso conscio al perché danno luogo a tale ipermarcatura: sono queste le rappresentazioni di livello E1. Solo più tardi i bambini cessano di agire così e tornano ad usare "mes", ma a quel punto dello sviluppo sanno anche dire e spiegare i vari componenti del significato del possessivo.

Un altro esempio interessante è quanto emerge dalle ricerche sul concetto di parola. Ci sono dati sufficienti per sostenere che intorno ai 3 anni i bambini rappresentano i confini di parola sia per le parole di classe aperta sia per quelle di classe chiusa, eppure se interrogati su una lista di parole, per esempio «Di' all'orsacchiotto se X è una parola», fino verso i 4 anni e mezzo le parole di classe chiusa non sono concepite come parole. Questo significa che la rappresentazione su cui riposa la capacità di corretta segmentazione sono inaccessibili per altri scopi, e diventano accessibili quando tale conoscenza viene ri-rappresentata e dunque dai 4 anni e mezzo i bambini possono accedere a tali rappresentazioni per indicare cosa è "parola".

Potremmo dire, in conclusione, che Karmiloff-Smith interviene entro il dibattito su innatismo e modularità adottando una posizione che potrebbe essere definita non tanto come innatismo della modularità quanto piuttosto come innatismo dello "stato iniziale"; in questo si trova in sintonia con l'approccio denominato *teoria della teoria* (cfr. Gopnik e Meltzoff 2000) che, partendo dall'idea che le teorie della modularità siano «in senso rilevante, antievolutive» (Gopnik e Meltzoff 2000: 48), sostiene che occorra osservare le interazioni tra esperienza e conoscenza, tra input e rappresentazioni nel corso dello sviluppo, e su questa base distinguere tra moduli e teorie. Nei moduli la relazione tra input e rappresentazione è interamente determinata, nel senso che l'esperienza viene rappresentata esattamente nel modo in cui lo determina il modulo; nelle teorie, invece, lo stesso meccanismo di teorizzazione è un sistema rappresentazionale che riorganizza se stesso, potenzialmente in continuazione, sotto la spinta delle risposte da dare all'input, pertanto si tratta di un sistema intrinsecamente evolutivo in quanto passa dalle prime teorie inesatte, alle successive teorie via via corrette entro un processo dinamico che struttura il cambiamento come risposta alla relazione sistematica tra interno ed esterno. In questo quadro, il modello RR di Karmiloff-Smith si pone come una possibile altra relazione tra moduli e teorie nel senso che si colloca ad un certo stadio dello sviluppo, quando «la struttura interna del modulo, le due rappresentazioni interne e le sue norme, diventino soggette agli stessi tipi di revisione e ristrutturazione che subiscono le rappresentazioni e le norme di tipo più teorico» (Gopnik e Meltzoff 2000: 59). Più in generale, i sostenitori della

teoria della teoria assumono che non si possa tenere separato lo sviluppo concettuale non linguistico dallo sviluppo linguistico, in quanto gli sviluppi concettuali e semantici all'interno di ciascun dominio sono strettamente legati l'uno all'altro: lo sviluppo concettuale e semantico procedono di pari passo, mediante processi in cui ciascuna area dello sviluppo agevola l'altra, ed entrambe sono strettamente intrecciate dalle primissime manifestazioni del linguaggio, i vincoli sono un insieme iniziale di assunzioni relative ai possibili significati delle parole precoci, assunzioni che in seguito sono riviste alla luce di ulteriori evidenze empiriche.

1.5. Cardini del pensiero post- moderno: il ruolo di Vygotskij

Come abbiamo visto nei paragrafi precedenti, nella ricerca linguistica della seconda metà del XX secolo è prevalsa, lentamente ma con plausibilità crescente, una precisa concezione dell'acquisizione del linguaggio. Ciascun individuo/a ha la capacità di imparare a parlare/ascoltare la propria lingua nativa in tempi rapidi senza essere fatto/a oggetto di insegnamento esplicito e raggiungendo una conoscenza sottodeterminata dall'esperienza a disposizione. Tale capacità può essere trattata sulla base di un'idea di apprendimento non come memorizzazione di un repertorio di frasi, piuttosto come apprendimento di una procedura generale che permette di determinare il significato di una frase a partire dalla specificazione della sua struttura sintattica, assieme al significato dei suoi elementi lessicali. Conseguentemente, una proprietà basilare della capacità linguistica è la sistematicità, vale a dire che la capacità a produrre/capire alcune delle frasi di una qualsiasi lingua è intrinsecamente connessa alla capacità di produrre/capire molte altre delle frasi di quella stessa lingua. È questo, ad esempio, che fa la distinzione fondamentale fra apprendimento-conoscenza di L1 (la lingua nativa) e L2 (una o più lingue straniere): il fatto che un bambino, ad esempio, sappia dire in inglese "What's your name?" perché l'ha imparato in classe, non lo aiuta a dire nient'altro in quella lingua, contrariamente a quanto avviene con le frasi della propria lingua madre, per cui se sa dire "il cane insegue il gatto" sa anche dire "il gatto insegue il cane, il gatto è inseguito dal cane, chi insegue il cane?, da chi è inseguito il gatto?, era il gatto che inseguiva il cane" ecc. ecc. In altri termini, è probabile che, fuori del periodo di maturazione spontanea di quel sistema di conoscenze che chiamiamo "grammatica" della propria lingua nativa, la conoscenza che possiamo raggiungere rispetto ad una lingua appresa come L2 in situazione di insegnamento esplicito sia da riportare propriamente alla conoscenza di un repertorio di frasi, quindi ad un tipo di conoscenza profondamente diversa da quella che possediamo della nostra lingua madre. Infatti, l'esecuzione rapida ed automatica che si ha di quest'ultima[3], riposa sul fatto che essa è dotata di una struttura in costituenti, nella misura in cui la struttura consente di parlare di pezzi che si muovono lasciando inalterato il resto, pertanto si

[3] Basti osservare che nel parlare informale, si pensa a quello che si intende dire dal punto di vista del significato, ma la forma dell'enunciazione fluisce indipendentemente da una consapevole progettazione.

può supporre che il meccanismo delle transizioni tra stati mentali sia di tipo computazionale.

Per spiegare il raggiungimento delle competenze finali di un parlante, occorre presupporre che lo stato iniziale contenga già strutture linguistiche specifiche, appunto la G.U. quale eredità biologica della specie. Nella teoria è dunque implicata una precisa ontologia della mente, come abbiamo visto nel capitolo 1.1.

In generale possiamo rilevare che i cardini del pensiero moderno sono i seguenti:

- Prende il sopravvento la comunicazione scritta su quella orale: infatti, se la cultura orale è guidata dalla retorica e dalla persuasione, la cultura scritta è guidata dalla logica e dalla dimostrazione formale, dunque quest'ultime divengono l'oggetto peculiare di attenzione dello studioso.
- Lo studio delle azioni umane è sostituito dall'analisi dei principi universali; non si illustra il singolo caso nella sua contestualità, ma si cercano le costanti generali che sono "al di là" della varietà dell'agire umano; il culmine è il soggetto trascendentale, che trascende i soggetti empirici alla ricerca appunto di un soggetto universale; ne è dimostrazione «il parlante-ascoltatore ideale, in una comunità linguistica omogenea» indicato da Chomsky negli *Aspects* quale oggetto della ricerca.
- Il filosofo moderno rinuncia allo studio della varietà geografica, storica ed etnografica e cerca le leggi generali nell'eterogeneità delle situazioni locali.
- Il filosofo indaga l'uomo al di là delle contingenze temporali, lo indaga nella sua dimensione atemporale; non gli interessa il qui ed ora del singolo individuo ma ricerca le costanti delle azioni umane al di fuori della storia e del tempo.

Nel pensiero moderno, il linguaggio è visto come un sistema cognitivo legato alla biologia umana, che si sviluppa sulla base di leggi proprie, indipendentemente dalla volontà del soggetto; viene a perdere sempre più consistenza la concezione del linguaggio come comunicazione interpersonale tra esseri umani in un contesto sociale definito cui si connette il concetto di «attenzione condivisa» (sostenuto e sottolineato invece da Bruner), termine con cui si indica un sistema cognitivo che consente a due persone di avere in comune, in un dato momento, lo stesso oggetto o evento rispetto al quale esse attuano o possono attuare piani di azione congruenti.

Il pensiero, inoltre, è considerato come la capacità di una macchina di risolvere problemi, e non visto nella sua dimensione interpersonale nella quale hanno un peso fondamentale l'argomentazione, la persuasione e la retorica, ove non ci sono regole rigide, condivise dagli interlocutori, ma criteri di ragionamento convenzionalmente accettati e modificati nel tempo a seconda dei contesti.

A questo programma di ricerca, che attraversa varie discipline, si oppone sempre più decisamente, negli ultimi due decenni del '900 soprattutto, la cosiddetta *svolta postmoderna* in psicologia, che riscopre a fondamento di sé alcune idee guida della ricerca di Vygotskij (1954, 1987). I principali elementi del pensiero di Vygotskij che ricorrono nella riflessione postmoderna in psicologia possono essere così sintetizzati:

- priorità dell'azione sulla cognizione, nel senso che il bambino agisce sul mondo esterno, interagisce con gli altri e così facendo sviluppa delle competenze cognitive;
- il linguaggio è il mediatore centrale del passaggio dall'azione alla cognizione;
- la comunicazione verbale tra il bambino e l'adulto è il momento interpersonale

(interpsichico) che precede la comunicazione interna con la mente (intrapsichica) del bambino;
- questi processi e queste pratiche discorsive sono sempre situati, si verificano in un dato contesto sociale e culturale, sono marcati dal contesto (ci si riferisce allo sviluppo non di non una Mente Universale ma di una pluralità di menti particolari, ciascuna dotata della propria specifica storia).

Dunque si tratta di considerare la realtà non come un qualcosa di dato, ma come un qualcosa che una cultura, una comunità sociale e scientifica identifica come tale: se la realtà per gli innatisti esiste solo in quanto prodotto della mente, per l'approccio della psicologia che si rifà a Vygotskij la realtà esiste in quanto pensata da individui all'interno di gruppi sociali in un contesto storicamente e socialmente determinato. Per Vygotskij, infatti, sono mutevoli non solo i concetti della scienza, in quanto prodotti storici, i concetti della psicologia, ma cambiano storicamente anche le stesse funzioni psichiche umane. In sostanza la mente di un individuo oggi si suppone funzionalmente diversa da quella di un individuo vissuto nel medioevo o nel mondo greco, diversa cioè non tanto nella dotazione filogenetica quanto nel funzionamento del cervello a livello di operazioni mentali (Mecacci 1999: 78-79). La ricerca sovietica sulla storicità delle funzioni cerebrali trova il suo elemento cruciale nel concetto di strumento: la mente umana si avvale di strumenti per ampliare la sua dotazione filogenetica, per andare non tanto al di là dell'informazione data quanto al di là del cervello dato. Esempio ne è la scrittura: attraverso tutti gli strumenti relativi allo scrivere non solo si arricchisce il bagaglio di informazioni di cui può disporre la mente di un individuo, ma muta la stessa organizzazione funzionale della mente. Infatti, le funzioni del vedere e del parlare che alla nascita sono distinte, si organizzano in un nuovo sistema funzionale, la lettura, che non è dato alla nascita nel cervello come capacità da svilupparsi ontogeneticamente. Tale sistema funzionale è un fatto esterno al cervello, esso si realizza solo se la cultura organizza le funzioni inferiori in questa funzione superiore. Dunque per Vygotskij gli strumenti non solo aiutano la mente, ma la modificano.

L'apprendimento, in particolare, non è un processo di trasformazioni logiche: il soggetto forma, connette e separa le operazioni secondo una legge diversa da quella propria del pensiero logico. Per Vygotskij e Lurija (1997) il fattore che muove l'attività del bambino da un livello all'altro non è né la ripetizione né la scoperta, ma piuttosto la fonte si trova nell'ambiente sociale e si manifesta in quelle forme con cui il bambino entra in relazione con l'ambiente: non direttamente ma attraverso un'altra persona. Dunque il passaggio dalla via biologica a quella sociale è il nodo centrale del processo di sviluppo, un punto di svolta, e qui il linguaggio svolge un ruolo primario: il linguaggio visto peculiarmente come conversazione o col sé o con l'altro. Nel primo stadio di sviluppo il linguaggio segue l'azione, ne riflette i risultati e li rinforza, e dunque rimane strutturalmente subordinato all'azione e da essa determinato; nel secondo stadio, invece, il linguaggio guida l'azione, la progetta, dunque comincia a dominarla e ne determina il percorso: «il passaggio da una funzione all'altra, l'emergere della funzione pianificatrice del linguaggio da quella riflessiva, è il momento genetico principale che lega le funzioni inferiori del linguaggio a quelle superiori e spiega la

vera origine di quest'ultime» (Vygotskij e Lurija 1997: 40). Quindi il bambino usa il linguaggio per trovare la giusta soluzione del problema, in questo senso il linguaggio da funzione interpsichica diviene funzione intrapsichica e consente la pianificazione verbale dell'azione futura.

Così nel rapporto tra percezione e linguaggio, osservazioni fatte su bambini molto piccoli mostrano che la funzione primaria della parola è quella di indicare, perché tramite l'indicazione il bambino seleziona attentivamente un oggetto rispetto all'intera situazione percepita. Ma già nelle prime tappe dello sviluppo la parola non si limita ad accompagnare la percezione, ma assume un ruolo attivo in quanto il bambino comincia a percepire il mondo non solo attraverso gli input sensoriali, ma anche attraverso il linguaggio «la parola si insinua nella (…) percezione, selezionando elementi separati, andando al di là della struttura naturale del campo sensoriale e formando nuovi centri strutturali, introdotti artificialmente e dinamici» (Vygotskij e Lurija 1997: 47). Dunque il linguaggio introduce nel processo della percezione un elemento analitico che orienta e determina la percezione stessa.

In conclusione, la lingua viene ad essere considerata prioritariamente nella dimensione specifica dell'interazione comunicativa, conseguentemente il collocare il linguaggio crucialmente entro la relazione intersoggettiva implica il considerare lo sviluppo – linguistico e cognitivo – come non separabile dal contesto storico e sociale. La concezione delle relazioni interpsichiche e sociali è dunque la condizione per lo sviluppo della cognizione e del linguaggio; il monologo interiore ha una genesi interpsichica in quanto il dialogo con se stessi è l'analogo di un dialogo con un "altro da sé" in una conversazione reale, con cui il soggetto deve sempre intrecciarsi per poter formare saperi.

Dunque anche il sé è dato dalla pluralità di voci che agiscono al suo interno, in questo intreccio di discorsi che narrano i percorsi, la storia, della propria esistenza così come è intrecciata, si è venuta ad intrecciare, alle esistenze altrui. Il sé è dunque un testo che trova nell'autobiografia la forma tipica. La psicologia si interroga su come io narro me a me stesso, su come gli altri mi narrano e sulle eventuali co-testualità.

1.6. Narrazione e discorso nella formazione del sé

Secondo Bruner (1992), infatti, il primo quesito da mettere a tema riguarda il rapporto tra dire e pensare, in altri termini come l'individuo forma le proprie conoscenze (o credenze). La psicologia cognitiva si è proposta di «scoprire e di descrivere in modo formale i significati che gli esseri umani creano in base ai loro contatti con il mondo, e in seguito di formulare delle ipotesi sui processi di costruzione del significato coinvolti in queste operazioni» (Bruner 1992: 20), prendendo in considerazione particolarmente le attività simboliche che le persone usano per dare senso a se stesse ed al mondo. In questo programma, ben presto è prevalsa un'impostazione che traeva il concetto di messaggio dalla teoria dell'informazione, secondo la quale il messaggio contiene informazione se riduce il numero delle scelte alternative sulla base dell'attivazione di operazioni che sono rese possibili dalla sintassi, cioè da quel sistema che contiene tutte le opzioni possibili (in quanto codice delle scelte possibili prestabilite).

Di conseguenza nella ricerca cognitiva si è verificato uno spostamento dell'interesse dalla costruzione del significato verso l'elaborazione dell'informazione come fatto centrale per descrivere i processi del pensiero, e parimenti la computazione è divenuta il modello della mente, come la computabilità è divenuta il concetto fondamentale del sistema.

Adottando una posizione nettamente critica, Bruner (1988, 1992) sostiene invece che «ci sono due tipi di funzionamento cognitivo, due modi di pensare, ognuno dei quali fornisce un proprio metodo particolare di ordinamento dell'esperienza e di costruzione della realtà. Questi due modi di pensare, pur essendo complementari, sono irriducibili l'uno all'altro. Qualsiasi tentativo di ricondurli l'uno all'altro o di ignorare l'uno a vantaggio dell'altro produce inevitabilmente l'effetto di farci perdere di vista la ricchezza e la varietà del pensiero.» (Bruner 1988: 15). Si tratta del pensiero narrativo e del pensiero logico-scientifico, della narrazione e dell'argomentazione: «ognuno di questi due tipi di pensiero possiede principi operativi propri e propri criteri di validità» come «radicalmente diverse sono le loro procedure di verifica» (*ibidem*).

Il pensiero narrativo, la narrazione, è la forma attraverso la quale gli individui costruiscono significato e dotano di senso il mondo e se stessi: la forma tipica di strutturazione dell'esperienza è narrativa, e ciò che non viene strutturato in forma narrativa non viene ricordato. La narrazione costruisce una particolare sequenza di eventi, stati mentali, avvenimenti che coinvolgono persone come agenti, oggetti, ecc., ed è la struttura della fabula, la trama assegnata che costituisce il significato, il quale dipende dunque dalla sequenza particolare delle frasi e non dalla loro verità o falsità. La narrazione è la forma discorsiva entro la quale gli stati intenzionali dell'individuo plasmano le sue esperienze ed azioni, e tali stati intenzionali (speranze, credenze, desideri) si possono realizzare solo attraverso la partecipazione ai sistemi simbolici della cultura, in primo luogo il linguaggio: «la vera e propria configurazione della nostra vita – la trama grezza e continuamente cangiante della nostra autobiografia, che ci portiamo dentro – risulta comprensibile a noi stessi e agli altri solo in virtù di tali sistemi culturali d'interpretazione. Ma la cultura concorre anche a formare la mente. Grazie a questa realizzazione nella cultura, il significato assume una forma che si rivela pubblica e sociale, piuttosto che privata e autistica» (Bruner 1992: 46).

Si osserva che la prima caratteristica della narrazione è la sua intrinseca sequenzialità: una narrazione è una sequenza di eventi, stati mentali, avvenimenti, che coinvolgono gli esseri umani come personaggi. Il significato della sequenza è dato dalla trama, la fabula. La seconda caratteristica è che essa può essere reale o immaginaria, vale a dire è svincolata da valori di verità, in quanto di nuovo è la trama a conferire la configurazione della sequenza e non la verità o falsità dei singoli segmenti. In generale osserviamo che c'è una sorta di disposizione ad organizzare l'esperienza in forma narrativa, in strutture di intrecci, e così via. Dunque la narrazione si configura come un elemento di interpretazione, che media il rapporto con il mondo, che si colloca a livello più alto della parola o della frase, cioè a livello di discorso. Infine la narrazione è lo strumento della negoziazione sociale (costruire una buona storia), in quanto il racconto tenta una mediazione tra il mondo canonico della cultura ed il mondo idiosincratico delle credenze e dei desideri: «L'esistenza stessa della forma del racconto

rappresenta una perenne garanzia per l'umanità, di poter andare «oltre» rispetto alle versioni usuali della realtà» (Bruner 1992: 64). Il racconto, la narrazione, parla dunque di fatti ed eventi del mondo reale, e degli stati e degli eventi del mondo mentale, che accadono contemporaneamente ai precedenti, pertanto attiva una negoziazione sociale del significato costruito rispetto a ciò che è canonico, dunque lascia sempre aperta la possibilità di "oltrepassare" le visioni usuali della realtà. La narrazione si configura come lo stile discorsivo "naturale" attraverso cui gli esseri umani costruiscono e formano significati in quanto sembra esserci una sorta di predisposizione ad organizzare l'esperienza in trame ed intrecci di forme narrative.

Non a caso, dunque, secondo Mecacci (1999: 126) «L'indizio principale della tradizione postmoderna è il dialogo, il discorso fra due persone, fra me e l'altro, fra me e gli altri. Un discorso con l'altro che è reale, è vissuto, non è immaginato». Dunque il dialogo è l'origine anche del monologo interiore, in quanto è interiorizzazione del discorso che, interpersonale per natura, ha una genesi interpsichica. Anche la mente, di conseguenza, non esiste se non a condizione che relazioni interpsichiche e sociali ne consentano lo sviluppo: la relazione con gli altri è la condizione necessaria per la genesi di un mondo psichico interiore. Il discorso diviene, pertanto, il modello dell'attività mentale, e la cognizione viene trattata nei termini dei linguaggi ordinari attraverso cui pensiamo, piuttosto che cercare rappresentazioni astratte di essi; centrale è il concetto di atto linguistico[4] che si sostituisce a quello di stato cognitivo sottostante a colui che parla.

Secondo la psicologia discorsiva (Harré e Gillet 1996) – una delle diverse facce del cosiddetto post-modernismo, come lo è parimenti la psicologia culturale di Bruner – nel corso della vita, il cervello immagazzina esperienza nei termini dei significati che hanno strutturato tale esperienza e delle risposte date dall'individuo ai vari aspetti degli eventi attraversati. I significati che un individuo impiega per strutturare le proprie risposte sono formati, costruiti, a partire dalle proprietà e dalle forme del discorso umano. Vi è, cioè, una profonda relazione tra il linguaggio che una comunità parla e le categorizzazioni che i membri di tale comunità impiegano per nominare la variabilità degli esemplari e per raggrupparle in insiemi dotati di significato.

Come per Lurija il linguaggio ha un forte potere di organizzazione cognitiva, in quanto influenza il modo in cui il cervello attua i propri processi di elaborazione dell'informazione, così in modo fortemente analogo per Harré e Gillet (1996) le rappresentazioni dell'esperienza sono organizzate nel cervello in accordo con la struttura ed il contenuto dei discorsi in cui il soggetto è radicato. La mente di ogni essere umano si costituisce attraverso i discorsi pubblici e privati in cui è coinvolto. Occorre considerare come una persona costruisce il senso di sé come soggetto locato in uno spazio ed in un dipanarsi temporale: io sperimento me stesso non come un'entità ma come avente un posto da cui percepisco, agisco, sono agito, e dove sono percepito come me stesso. Sperimentare se stessi come aventi una locazione in una molteplicità di posti ed in relazione ad altri è una condizione necessaria, ad esempio, per essere in grado di usare e di capire le espressioni deittiche e pronominali. Questi sensi di locazione unica divengono la caratteristica saliente del sé attraverso l'apprendimento

[4] Cfr. 7.4.2.

di abilità percettive e motorie[5]. D'altra parte il senso per cui qualcuno è l'agente delle proprie azioni e responsabile di esse nei confronti degli altri è qualcosa che acquisiamo attraverso l'apprendimento del linguaggio e le convenzioni culturali per l'attribuzione di responsabilità. Così tali aspetti del senso di sé – locazione fisica, continuità temporale e capacità di agire – hanno differenti origini, ma si incontrano nella grammatica della lingua. Ecco perché occorre studiare i discorsi, le narrazioni attraverso cui il sé si struttura e si esprime.

L'addestramento che inculca modi di attribuire significati vincola le ragioni che possiamo adottare per agire in una maniera o nell'altra e ci predispone a giudicare in conformità a certe norme valutative. Ecco che il simbolico, l'immaginario, diventa più forte dei desideri e dei bisogni degli individui. Si tratta di un processo tanto abilitante e arricchente quanto conformante e restrittivo: offre la possibilità di interpretare il sé ed il mondo, e la relazione che sostiene la collocazione del sé nello spazio e nel tempo del contesto che gli è dato; ma nello stesso tempo costringe ed opprime la persona secondo modi di pensare che diventano vincolanti, emargina ed esclude, e si alimenta incurante del desiderio di ognuno perché vive parassita delle menti di ciascuno e di tutti.

La scelta di rinunciare ad un modo di pensare, di porsi in conflitto con il pensiero dominante, di uscire dall'ordine riconosciuto per entrare in un disordine perturbante, ha costi reali in termini di adattamento al mondo. Al di là delle disposizioni del soggetto a reagire in un modo o in un altro agli stimoli/oggetti/persone/eventi, l'attività viene strutturata alla luce di norme prescrittive o approvazioni discorsive che dicono come si dovrebbe rispondere per essere compresi in questo o quel modo. I significati divengono così il nucleo dell'intenzionalità, giacché l'azione è "guidata" dalla conformità semantica al contesto discorsivo (sociale) rispetto al quale e nel quale il soggetto agisce.

I contesti discorsivi inculcano l'uso di determinati simboli, che tendono a strutturare le risposte degli individui. Una volta che l'uso di questi simboli è stato padroneggiato, la loro connessione con certe condizioni diviene una "significazione" (non un effetto prodotto casualmente). Un individuo struttura le sue risposte conformemente ai simboli a sua disposizione in un certo discorso; tale discorso mette certe risposte a disposizione ma, attraverso le sue pratiche di approvazione, ne rende anche un sottoinsieme dominante per le soggettività individuali coinvolte nel discorso stesso e perciò determina, almeno in parte, il modo in cui la persona si relaziona col proprio mondo. Le approvazioni sociali non solo rendono disponibili ma anche spingono a certi posizionamenti dentro il discorso. Non appena si entra in contesti discorsivi differenti, si entra in contatto con modi differenti di concettualizzare e di reagire alle stesse condizioni. Il soggetto si deve allora posizionare in relazione a questi modi potenzialmente in conflitto di costruire gli eventi. Certi tipi di relazioni ed interazioni fanno sì che differenti risposte siano date alle intersezioni e alle tensioni discorsive. Alcune persone saranno incapaci di equilibrare significati in competizione e di sotto-

[5] Cfr. al riguardo il concetto di io analogale di Jaynes (1984), secondo il quale l'io psicologico si forma filogeneticamente in completa analogia con l'io corporeo che si muove nello spazio e nel tempo fisico.

mettere se stesse allo scrutinio che porta alla revisione dei posizionamenti. In generale, siccome abbiamo bisogno di dare senso alla realtà e alle situazioni, una persona non può abbandonare i propri posizionamenti discorsivi senza sostituirli con altri; ma anche i significati alternativi devono sorgere ed essere approvati in qualche modo nel contesto interpersonale condiviso. Confermare o contrastare un singolo discorso significa collocare se stesso in un altro discorso o essere capace di far fronte alle tensioni soggettive risultanti dal loro contatto nella mente individuale. Agire liberamente comporta una continua ri-composizione di se stessi.

Il bisogno fondamentale di ogni essere umano (Nathan 1996) non si identifica tanto in un insieme di pulsioni biologiche, quanto piuttosto in un bisogno cognitivo: gli esseri umani cercano in continuazione di capire – il sé, il mondo e come i due domini si intrecciano – e sperimentano, pertanto, modi di attribuire significati intorno a loro, significati che, in ragione della storia, dello spazio e del tempo attraversato, sfuggono alla uniformità. Gli esseri umani attribuiscono senso al mondo attraverso i sistemi di costrutti che elaborano e costituiscono – un simbolico che fonde continuamente reale e immaginario – si formano così modelli diversi per spiegare il sé ed il mondo, mappe cognitive del reale e dello spazio del sé nel reale che sono diversificate, per il modo in cui legano oggetti ed eventi, definiscono nessi e dipendenze, attribuiscono le cause, individuano il senso recondito dell'esistenza biologica e psicologica, naturale e soprannaturale. Le persone sono, dunque, mosse dai loro modi di costruire eventi e oggetti, sono spinte da quei modelli attraverso i quali percepiscono il sé nel mondo dentro una temporalità memoriale che connette continuamente presente passato e futuro, giacché il loro "oggi" è determinato non solo dal loro passato, ma anche dalle loro diverse anticipazioni del futuro riguardo le cose stesse, il sé ed il mondo.

1.7. L'ottica neurobiologica: dialogo con l'uomo neuronale di Changeux

Ci chiediamo, a questo punto del nostro percorso, se sia possibile non tenere rigidamente separate biologia e cultura, se sia concepibile un approccio entro il quale connettere struttura e funzione, cervello ed ambiente, mediante forme di relazione che si identificano nei termini di co-evoluzioni. In questa direzione, resta sempre di grande interesse il lavoro di ricerca del neurobiologo Jean-Pierre Changeux, che ha offerto una esplorazione appassionata del cervello e dei meccanismi del pensiero. Egli ritiene che il nostro cervello non sia costituito da circuiti prestabiliti, come un computer, ma che si sviluppi gradualmente attraverso stadi differenti. Durante questo sviluppo, il cervello umano si trova in costante interazione col mondo esterno, ed è proprio sulla base di tale interazione che si trova inscritta nel cablaggio tra cellule nervose una impronta del mondo fisico e socioculturale che resta stabile per anni, e riguarda l'acquisizione del linguaggio, l'apprendimento di regole di condotta, e di sistemi simbolici e morali.

Se per Fodor, come abbiamo visto, «l'individuazione delle facoltà è più funzionale che fisiologica» (Fodor 1988: 152), e dunque si afferma una distinzione fondamentale tra il dominio funzionale e quello fisiologico, per Changeux (1983), invece, la separa-

zione tra attività mentali e neuronali non riceve giustificazione dai fatti osservati, giacché si tratta di due aspetti di un medesimo evento che potranno essere descritti con termini presi sia dal linguaggio dello psicologo sia da quello del neurologo. L'attività mentale, infatti, si configura come assemblee di neuroni mobilitate da un oggetto mentale, sia che si tratti dell'elaborazione di immagini in memoria o di concetti, oppure della concatenazione degli oggetti mentali nel pensiero.

Il cervello umano si compone di miliardi di neuroni, il nostro involucro genetico alla nascita che non aumenterà, ma semmai diminuirà, nel corso del tempo della vita perché ogni neurone[6] distrutto non verrà sostituito. Questi neuroni sono uniti tra di loro da un'immensa rete di cavi e connessioni in cui circolano impulsi elettrici e chimici che possono essere descritti integralmente in termini molecolari o fisico-chimici.

Con l'epigenesi che segue alla nascita, le arborizzazioni dendritiche e assonali delle cellule neuronali germogliano in modo esuberante; dopo una fase di ridondanza transitoria l'attività della rete in sviluppo regola la stabilizzazione di certe sinapsi e la eliminazione di altre. L'attività della rete in sviluppo, cioè, controlla la stabilizzazione selettiva di una distribuzione particolare di contatti sinaptici fra tutto l'insieme dei contatti presenti nello stadio di ridondanza. Questo l'apprendimento per il neurobiologo: «La grande maggioranza delle sinapsi della corteccia cerebrale si formano dopo la messa al mondo del bambino. Il proseguimento, molto tempo dopo la nascita, del periodo di proliferazione sinaptica permette "un'impregnazione" progressiva del tessuto cerebrale da parte dell'ambiente fisico e sociale» (Changeux 1983: 281). Dunque funzione e struttura non sono più dicotomiche nella misura in cui l'attività della rete, lo stato funzionale, lasciando traccia nella struttura diviene struttura esso stesso. Per questa via, dunque, vi è una variabilità individuale epigenetica dell'organizzazione dei neuroni e delle sinapsi nella misura in cui ogni cervello umano porta su di sé la traccia dell'interazione con l'ambiente nel quale il soggetto si è sviluppato.

Non l'identità, ma la variabilità individuale significativa dell'organizzazione della corteccia in relazione all'ambiente culturale è il nostro stato. L'esperienza, che non è mai la stessa da un individuo all'altro, conduce a tipologie neurali e sinaptiche differenti le quali assicurano prestazioni comportamentali simili.

Anche i cervelli di due gemelli monozigoti avranno pochissime probabilità di essere rigorosamente uguali. L'assemblaggio degli oggetti mentali, da un individuo all'altro, ma anche nello stesso individuo da un istante del tempo all'altro, parte da "grafi neurali" simili, ma che differiranno nei dettagli. Le prestazioni del comportamento, tuttavia, resteranno quasi identiche. In questa variabilità, forse, sta la storia e la possibilità di conoscenza degli esseri umani.

Un cervello geneticamente determinato risulterebbe "rigido", e altrettanto limitato risulterebbe il numero delle operazioni compiute. Un cervello che epigeneticamente si apre all'ambiente socio-culturale, invece, iscrive nella sua stessa struttura la rappresentazione del mondo che è in grado di costruire. È un cervello guidato da leggi "scettiche", che cioè non si propongono nessun fine voluto, e che si radicano entro una concezione co-evolutiva della maturazione anatomica e culturale. Il cervello non

[6] Per lo sviluppo neurale cfr. capitolo 9.

è una struttura stabile e fissa, ma evolve costantemente; si forma nel corso delle sviluppo prenatale, ma continua a svilupparsi anche dopo la nascita, e fino alla morte, per apprendere abilità cognitive superiori come la lingua o la morale.

Il cervello è un organo dotato di una estrema complessità organizzativa, e questo ci porta ad identificare molteplici livelli gerarchizzati di integrazione, inseriti l'uno nell'altro, livelli ai quali si collegano delle funzioni ben definite. A tutti i livelli troviamo un'integrazione tra struttura e funzione, in quanto la morfologia delle sinapsi ha la capacità di rimodellarsi in continuazione in risposta agli stimoli ambientali, pertanto si tratta di una rielaborazione fisica della forma del cervello che prosegue anche quando l'organismo ha acquisito le sue caratteristiche definitive. Perciò la psicologia risulta indissociabile dalla fisiologia del sistema nervoso, e a sua volta questa interdipendenza apre il cervello verso il livello sociale, così come lo radica nel livello fisico-chimico. La transizione da un livello di organizzazione all'altro trova la sua soluzione nei molteplici processi evolutivi sovrapposti gli uni agli altri nello spazio e nel tempo.

Nel cervello si intrecciano in modo singolare tre evoluzioni: quella della specie, quella degli individui, quella delle culture.

Quando si è cominciato a studiare i neuromediatori, cioè il repertorio di molecole che i neuroni usano per comunicare tra loro tramite le sinapsi[7], gli esperimenti hanno mostrato una sorprendente omologia tra il recettore del pesce e quello del muscolo dell'uomo, e in seguito quelli del suo cervello. Nel nostro cervello rechiamo quindi l'impronta dei nostri antenati pesci vissuti circa trecento milioni di anni fa.

Il cervello dell'uomo è un universo estremamente organizzato le cui connessioni multiple (600 milioni per millimetro cubo) sembrano più ricche e diversificate di quelle della nostra galassia con le sue miriadi di stelle. Per quanto si possa ormai ipotizzare che l'espressione differenziale di alcuni geni abbia potuto contribuire direttamente, nel corso della storia paleontologica dell'uomo, allo sviluppo di interi settori del nostro cervello, come la corteccia prefrontale, tuttavia l'identificazione di tutte le determinanti cromosomiche che delimitano l'inviluppo genetico del cervello umano non sarà comunque sufficiente per comprendere integralmente il suo sviluppo. È ormai accertato che l'attività specifica del cervello nel corso del suo sviluppo controlla l'eliminazione o la stabilizzazione delle connessioni in via di formazione: l'epigenesi per variazione e selezione si sovrappone, a livello dell'individuo, a quella molto più lenta dell'evoluzione genetica della specie. L'epigenesi mette in relazione lo sviluppo morfologico del cervello con l'ambiente fisico, sociale e culturale nel corso di un periodo postnatale il cui prolungamento nel caso dell'uomo non ha riscontri nel mondo animale. L'epigenesi contribuisce all'impressione di tracce indelebili nel cervello del/a bambino/a: l'acquisizione della lingua materna, poi della scrittura, la fissazione delle credenze, l'accettazione delle norme morali. Si tratta, allora, di descrivere il modo in cui il cervello costruisce delle rappresentazioni del mondo (fisico, sociale o culturale) che lo circonda, come concatena queste rappresentazioni in ragionamenti, come elabora delle intenzioni, come le comunica attraverso il linguaggio.

Problema immediatamente collegato è, sicuramente, la formazione dell'identità

[7] I neuromediatori sono più di 40 e possono coesistere nello stesso neurone aumentando così la gamma di segnali di cui può disporre la cellula nervosa per le sue comunicazioni.

del sé, in quanto molteplicità di stati della mente che l'individuo percepisce come identificanti della propria riconoscibilità, sia in senso interno che esterno. La base neurale del sé sta per Damasio (1995) in una continua riattivazione di almeno due insiemi di rappresentazioni. Il primo riguarda le rappresentazioni di elementi chiave dell'autobiografia di un individuo. È sulla base di tali rappresentazione che il soggetto può ricostruire ripetutamente una nozione di identità. Questa operazione riguarda un insieme di dati categorizzati che definiscono la nostra persona, come chi e che cosa ci piace, quali tipi di oggetti usiamo, quali luoghi frequentiamo, quali azioni compiamo più spesso, ecc.; inoltre ci sono gli eventi del nostro passato ed una memoria del possibile futuro. Dunque il sé dipende dalla costante riattivazione aggiornata di queste rappresentazioni. Il secondo insieme di rappresentazioni è dato dalle rappresentazioni primitive del corpo di un individuo, stati di fondo del corpo legati a stati emotivi. Dunque lo stato del sé è uno stato di riferimento continuamente ricostruito.

La soggettività emerge nel corso di quel processo nel quale il cervello produce non solo immagini di un oggetto, non solo immagini delle risposte dell'organismo all'oggetto, ma anche immagini di un organismo nell'atto di percepire un oggetto e di rispondervi. Tutto questo dispositivo non richiede linguaggio, perché vi può essere una documentazione narrativa non verbale del sé. Il linguaggio offre la capacità di una narrazione del secondo ordine: può produrre narrazioni verbali, per cui il linguaggio forse non costituisce la sorgente del sé, ma di certo è la sorgente dell'io. Infine, tutti noi abbiamo nei nostri cervelli le capacità di rappresentarci gli stati mentali di un altro essere umano, le sue conoscenze, le sue intenzioni, le sue emozioni, le sue sofferenze. Ognuno di noi è in grado di rappresentarsi un suo simile come un altro se stesso.

Secondo Siegel (2001), in ciascuno di noi esistono molti diversi sé, o stati del sé, che dipendono dal contesto relazionale, dalla storia delle relazioni interpersonali: c'è, ad esempio, un sé privato ed un sé pubblico, un sé sessuale, uno intellettuale, uno affiliativo, e così via. Ognuno di questi stati del sé è una sorta di sé specializzato formato da tutti gli stati della mente che nel corso del tempo si sono organizzati per gestire quel particolare aspetto. All'interno di questo sé specializzato emerge nel tempo una continuità di sensazioni, credenze, intenzioni, ricordi, che generano un senso di unità, pertanto gli stati del sé sono caratterizzati da coesione interna e da continuità nel tempo. Di fronte alla questione relativa al modo in cui la mente crea un senso di continuità nel flusso dei diversi stati mentali, Siegel (2001: 226) sostiene che i «singoli stati della mente vengono riuniti in sé specializzati – stati della mente che hanno pattern di attività ripetitivi nel tempo, caratterizzati da modi di elaborazione delle informazioni e da obiettivi relativamente specifici e indipendenti». I molti stati del sé sono tra loro collegati ma distinti, e vengono mantenuti nel tempo con un senso di continuità che crea l'esperienza della mente. Si hanno quadri disfunzionali quando certi stati del sé sono in conflitto con altri; inoltre, quanto più i diversi stati del sé sono caratterizzati da "falsa identità", tanto più l'individuo avrà il senso di separatezza, di mancato collegamento con se stesso e con gli altri. La differenza è, per Siegel, tra discontinuità fra gli stati del sé e conflittualità: una mente sana è in grado di creare tutta una serie di stati del sé discontinui, ma solo minimamente conflittuali, ciascuno dei quali presenta una propria coesione interna e una propria continuità. Anche per Siegel, dunque, il sé emerge dall'interfaccia tra le attività del cervello e le relazioni umane.

1.8. Il problema della relazione mente-cervello

Uno dei temi che maggiormente affascina i ricercatori di vari ambiti disciplinari – psicologi, filosofi, neuroscienziati – dall'ultimo decennio del '900 riguarda la relazione tra mente e cervello. In passato la mente è stata frequentemente considerata come un'entità immateriale, metafisica, separata dal cervello se pur interagente con esso. Cartesio è, fra i filosofi, il rappresentante più insigne di una concezione dicotomica di tale relazione. Anche in tempi recenti, possiamo trovare studiosi come Eccles (1994) che ripropongono una separazione tra mente e cervello e ritengono che ciò che chiamiamo mente sia l'io spirituale, o anima, distinta per sostanza e per prominenza dalla materialità del cervello. Basandosi sulla filosofia popperiana, che distingue fra il mondo degli oggetti e stati fisici, comprendente tutto il mondo materiale incluso il cervello, il mondo degli stati di coscienza, ove si trovano tutte le esperienze soggettive e mentali, ed il mondo della conoscenza in senso oggettivo, vale a dire il mondo della cultura in tutte le sue manifestazioni, Eccles sostiene che gli stati mentali non sono in qualche modo "identici" agli eventi cerebrali, in altri termini che l'io spirituale non è riducibile ad eventi neurali che accadono nel cervello. All'opposto, l'anima non solo è separata dal corpo, ma ha la capacità di agire su di esso influenzandone il comportamento e pertanto è l'io ad avere il controllo sul cervello.

Tuttavia la maggior parte degli studiosi contemporanei concorda sul fatto che la mente sia identificata da un insieme di processi e si interroga su quali siano le basi biologiche dei fenomeni mentali. Lentamente, il cervello umano sta diventando meno misterioso, grazie anche a strumenti sempre più potenti[8]: mediante microelettrodi, si cerca di individuare gli elementi costitutivi delle sinapsi neuronali; tramite la risonanza magnetica e la tomografia ad emissione di positroni (PET), si cerca di ottenere immagini nitide del funzionamento cerebrale in rapporto alle diverse funzioni e all'esecuzione dei diversi compiti. Tramite tecniche sempre più raffinate si è cominciato a capire quali processi fisiologici sottostanno ai diversi aspetti della mente quali la percezione, la memoria, l'apprendimento ed il linguaggio. Sulla base di questi risultati, è stato a partire dal saggio del 1990 di Francis Crick – premio Nobel nel 1953 per la scoperta della struttura del DNA – e Christof Koch, che gli studiosi hanno affrontato la questione forse più affascinante della mente umana, la coscienza, vale a dire la consapevolezza immediata e soggettiva che ciascuno ha di se stesso e del mondo, e lo hanno fatto cercando di darne una spiegazione scientifica sulla base di un preciso assunto: solo esaminando i neuroni e le loro interazioni è possibile accumulare quel tipo di conoscenza empirica non ambigua che è necessaria per creare modelli scientifici della coscienza.

All'interno dell'indirizzo di ricerca che punta alla conferma della teoria dell'identità fra mente e cervello, come il materialismo, o materialismo riduzionista, che riduce gli eventi mentali ai corrispondenti eventi neuronali, troviamo neuroscienziati, filosofi della mente, studiosi dell'intelligenza artificiale, fra i quali sono collocabili Paul Churchland (1992), Patricia Churchland e Terrence Sejnowski (1992), Rumelhart e McClelland (1986). In particolare per i teorici del connessionismo, i vecchi modelli

[8] Per le tecniche di analisi cfr. capitolo 9.2.1.

dei processi cognitivi sono del tutto inadeguati in quanto il sistema nervoso è costituito da una rete di elementi fortemente interconnessi tra di loro. Pertanto si afferma che non esiste una memoria passiva, indipendente dai luoghi di produzione delle conoscenze che dovrebbero estrarre serialmente da tale memoria gli elementi memorizzati, ma la rappresentazione delle conoscenze è allo stesso tempo il modo in cui gli elementi che producono il pensiero sono interconnessi. Il sistema computazionale è concepito come una rete che si autoregola, con un apprendimento che procede retroattivamente dalle unità di output alle unità centrali della rete (unità nascoste, celate alla osservazione) sulla base degli esiti degli output, con un continuo riaggiustamento dei "pesi" attribuiti ai legami tra i diversi elementi della rete (vedi Parisi 1989 per una trattazione chiara). Per questo approccio ogni attività mentale, che consente all'individuo di entrare in relazione col sé e col mondo esterno, può essere ridotta all'attività neuronale connessa, di conseguenza tutte quelle conoscenze che sembrano richiedere un trattamento tramite rappresentazioni e sembrano motivare l'esistenza di una psicologia, sono il risultato di un'apparenza. Infatti, si tratta della resistenza culturale ad accettare che la nostra "psiche" non è altro che l'esito superficiale di una rete di relazioni sinaptiche fra neuroni, dell'esistenza reale di mappe neurali connesse all'elaborazione dei vari input sensoriali. Per il connessionismo, pertanto, il modello della mente si identifica nelle reti neurali, ove ogni rete ha almeno tre strati di unità: le *unità di input*, che sono connesse a tutte le *unità nascoste*, ed esse sono connesse alle *unità di output*. Le connessioni hanno dei «pesi» che sono modificabili, e infatti l'apprendimento consiste nel fatto che l'output della rete, alle prime presentazioni, non sempre coincide con l'obiettivo, di conseguenza avviene un confronto fra output ottenuto e obiettivo, dal confronto viene calcolato l'errore, che viene utilizzato per modificare a ritroso i pesi (vale a dire i valori che trasformano per aumento o diminuzione l'output di un'unità a monte quando deve divenire l'input di un'unità a valle), in modo che il loro valore sia compatibile con l'obiettivo. Dopo un certo numero di cicli di addestramento, la rete sarà in grado di rispondere correttamente all'input. Ciò che la rete ha appreso in questo modo ha una rappresentazione sub-simbolica, come assetto globale dei pesi della rete.

Come sottoinsieme della teoria dell'identità fra mente e cervello, troviamo i teorici del gruppo PDP[9] (Rumelhart e McClelland); tale corrente di pensiero sostiene che è impossibile parlare di mente se la complessità strutturale del sistema nervoso considerata è al di sotto di un certo livello critico. Riprendendo le idee di Hebb (1949) relative alle «cell assemblies», si sottolinea che il funzionamento del sistema non dipende dalla somma delle attività dei singoli neuroni, ma dagli assembramenti che si costituiscono fra neuroni: i collegamenti fra tali assembramenti, dotano il sistema di enorme complessità, e ne accrescono le potenzialità. Si ha così l'aumento numerico delle funzioni che sono frutto di apprendimento lungo la scala filogenetica. Si parla di mente quando il cervello è al di sopra di una certa massa critica: quando la complessità raggiunta consente l'autorganizzazione spontanea di strutture flessibili, è allora che emerge la mente.

[9] Ci limitiamo qui ad indicare gli assunti generali dell'approccio, e rimandiamo al capitolo 9.2 per un trattamento più preciso.

In conclusione, l'approccio connessionista, nelle sue varie sfaccettature, si fonda sull'idea che solo esaminando i neuroni e le loro interazioni è possibile accumulare quel tipo di conoscenza empirica non ambigua che è necessaria per creare modelli scientifici della coscienza. Le computazioni implicate nella cognizione non sono da assimilare a calcoli logici, ma devono essere sviluppate attraverso modelli di elaborazione che si ispirano alle proprietà neurobiologiche del sistema nervoso. Non esiste, in conclusione, un linguaggio del pensiero.

Per i teorici del funzionalismo (Putnam 1987, 1993; Johnson-Laird 1988, 1994; Fodor 1988, 1990), invece, sussistono forti dubbi che una teoria basata su assunti strettamente materialistici possa spiegare come e perché gli esseri umani abbiano un'esperienza soggettiva del mondo. Per tale approccio, il substrato materiale che è alla base dell'attività mentale è irrilevante: i processi mentali si fondano sul concetto di rappresentazione, e la struttura del pensiero è proposizionale. Le rappresentazioni hanno una sintassi ed una semantica di tipo combinatorio, in particolare i significati delle rappresentazioni sono formati componenzialmente dai significati dei singoli elementi atomici, e combinati secondo precise regole sintattiche deputate a formare le proposizioni (che sono di livello molecolare).

In particolare per Fodor (1988), se il linguaggio è dotato di sistematicità, dato che il linguaggio ha la funzione di esprimere il pensiero, allora anche le capacità cognitive devono essere sistematiche: avere un pensiero è essere in rapporto con un insieme strutturato di rappresentazioni. Vi è una differenza fondamentale tra percezione (veloce, obbligata, automatica, specifica per dominio) e pensiero (lento, volontario, isotropico): la facoltà di linguaggio, essendo concepita come un sistema modulare, risulta più vicina alla percezione, al riflesso, che al pensiero. Come non ci si può sottrarre dal chiudere un occhio se vediamo avvicinarglisi un dito, anche se sappiamo che quel dito appartiene ad una persona che non ci procurerebbe mai quel tipo di danno provocato dal ricevere un dito in un occhio, così non possiamo sottrarci all'elaborazione di un input linguistico anche se preferiremmo il contrario. Questo fenomeno è la manifestazione superficiale del fatto che l'ingresso di input specifici fa scattare comunque l'azione dei sistemi di elaborazione dell'informazione collegati a tali input, al di là della nostra intenzione e di ciò che sappiamo sul mondo. Di conseguenza i sistemi implicati nell'elaborazione di input linguistici non sono accessibili alla nostra coscienza se non ai livelli più superficiali. Pertanto, solo i livelli più superficiali dei sistemi modulari possono essere accessibili a feedback, e dunque per la padronanza del linguaggio non è prevedibile un accesso ai livelli intermedi. La differenza tra linguaggio e processi di fissazione delle credenze è, dunque, notevole.

In particolare, per quanto riguarda il trattamento della coscienza, all'interno di un'ipotesi in base alla quale gli stati mentali, e non solo i loro oggetti proposizionali, hanno una struttura in costituenti, gli stati di credenza hanno una struttura combinatoria, implicano una relazione con un oggetto strutturato sintatticamente per il quale si assume una semantica combinatoria. Da questo punto di vista, pertanto, non è sostenibile per Fodor (1990) una concezione meramente psicofisica dei legami simbolo/mondo: la psicofisica può garantire le circostanze in cui si avrà l'immagine di un cavallo, ma non quelle in cui si assume di avere un immagine di cavallo; di conseguenza tanto per gli osservabili che per i non osservabili ciò che conta è l'esistenza di una correlazione

attendibile mente/mondo, e non il meccanismo che la determina. Più in generale, per la conoscenza possiamo presumere, secondo Fodor (1990), che le teorie siano i formalismi che usiamo per calcolare cosa collochiamo nei nostri sistemi di credenza: le teorie, una volta internalizzate, mettono in relazione lo stato della testa con lo stato del mondo, ma è possibile che, per quanto desideriamo che i contenuti delle nostre credenze siano veri, tuttavia siano rilevanti solo le proprietà computazionali delle nostre teorie per fissare i significati delle rappresentazioni mentali. Si possono, comunque, avere anche teorie radicalmente false e credere delle cose completamente folli, e parimenti si ha la capacità di capire quali siano le concezioni false e le teorie folli. Infatti «anche se le teorie mediano le connessioni simbolo/mondo, l'olismo del significato comunque non è in questione. E questo perché il contenuto di una teoria non determina i significati dei termini, la cui connessione con il mondo è mediata dalla teoria. Quel che determina il significato è quali cose del mondo la teoria connette. L'unità di significato non è la teoria, ma la correlazione mondo/simbolo, comunque mediata» (Fodor 1990: 197).

Per il funzionalismo, dunque, il pensiero viene distinto dal linguaggio: avere un pensiero è essere in rapporto con un insieme strutturato di rappresentazioni, e la funzione dei processi mentali, di natura non modulare, è la fissazione delle credenze tramite inferenze non basate su dimostrazioni; il ragionamento analogico è la base della formazione di nuove conoscenze. La mente dispone di un vero e proprio linguaggio in cui si attuano le computazioni che compongono gli stati mentali, un linguaggio diverso da una lingua naturale ma avente tutto il potere espressivo delle lingue naturali, a cominciare dai caratteri di composizionalità e produttività, in quanto i processi mentali sono computazioni definite su simboli (rappresentazioni) di un linguaggio del pensiero, un linguaggio interiore nel quale sono effettuati i processi cognitivi umani (Di Francesco 1996).

1.9. La coscienza

Un esito diverso prendono i dubbi che Penrose (1996) esprime sulla possibilità di dare una spiegazione scientifica della coscienza mediante le teorie classiche, rifacentesi ad una meccanica di tipo newtoniano. Penrose, infatti – fisico dell'università di Oxford – ritiene che la mente non possa essere considerata un sistema computazionale classico proprio per gli effetti non deterministici che essa genera, di conseguenza un calcolatore non è in grado di replicare gli attributi degli esseri umani, compresa la coscienza, soprattutto perché quello che i calcolatori non possono fare è capire. Penrose argomenta che, come dimostra il teorema di Godel, qualsiasi sistema assiomatico abbastanza complesso non è completo, vale a dire esistono enunciati all'interno di quel sistema di cui non si può dimostrare né la verità né la falsità. Ne consegue che nessun sistema deterministico basato su regole (fisica classica, informatica, neuroscienza) può spiegare i poteri creativi della mente. Egli è convinto che la mente sfrutti effetti non deterministici che possono essere spiegati esclusivamente adottando una meccanica di tipo quantistico, oppure una nuova teoria fisica che costituisca un ponte tra la meccanica classica e quella quantistica, in ciò arrivando oltre i limiti della computazione. Gli effetti quantistici compirebbero la loro magia in precisi micro-organi,

e quindi si legano ad una impostazione ancora materialistica della mente: i microtubuli che sono quei piccolissimi tunnel di proteina che costituiscono il citoscheletro, per tutte le cellule e dunque anche per i neuroni. Per Penrose, sono i microtubuli a compiere quei calcoli quantistici che danno luogo alla coscienza, non più sistema computazionale e pur tuttavia spiegabile scientificamente.

Il fascino di questo ampio dibattito sta proprio qui, nel desiderio di arrivare a capire cosa rende gli esseri umani soggettività uniche ed irripetibili, che si percepiscono esattamente come tali, e di farlo restando legati il più possibile a criteri di scientificità. Tant'è che lo stesso dualismo spiritualista di Popper-Eccles riposa su un tentativo di dotare le entità psichiche (gli psiconi dell'io spirituale in Eccles 1994) di caratteristiche scientifiche mediante una descrizione meccanica quantistica dell'esocitosi di una sinapsi neuronale. È sorprendente, o forse solo relativamente, che la selezione quantica offra l'interfaccia tra i processi fiosologici del cervello e l'azione non-deterministica della mente sia per un deciso materialista riduzionista quale Penrose, sia per un convinto dualista spiritualista quale Eccles. Di fronte alla nuova filosofia del mondo rappresentata dal quantismo, gli studiosi si interrogano, alla fine del millennio, sull'origine della soggettività umana.

Da un punto di vista psicolinguistico, il problema della formazione delle conoscenze si qualifica nei termini del rapporto fra quelle conoscenze che derivano da input sensoriali diversificati, e la fissazione delle credenze, vale a dire ciò che nel senso comune si indica come formazione del pensiero o dei saperi. Fra tali input sensoriali forse quello verbale ha un ruolo prominente; il linguaggio infatti, è innanzitutto il tramite attraverso il quale ogni generazione registra e trasmette tutto quello che ha appreso, ed ogni generazione successiva può assimilare le informazioni così registrate e trasmesse. In altre parole, si tratta di un processo che può modificare rapidamente e cumulativamente il fenotipo culturale caratteristico di una specie, senza ricorrere alle modifiche lamarckiane del genotipo. Ciò è stato vero tanto nelle culture analfabete, attraverso la presenza di una oralità di conservazione distinta dall'oralità comune, quanto nelle culture alfabetizzate, con tuttavia ovvi effetti diversificati sulla modalità di cognizione a seguito delle caratteristiche specifiche del medium (se orale o scritto)[10]. Ma, più in generale, si pone la questione del rapporto fra linguaggio e pensiero all'interno della persona.

Occorre chiedersi quali sono i processi che sottostanno alla capacità che ha l'individuo di formare concetti che gli consentono di appropriarsi di sé e del mondo, e di superarne anche i limiti mediante lo sviluppo progressivo e crescente di capacità di astrazione e di formazione di saperi. Se all'inizio del suo percorso di formazione il bambino/la bambina mostra la necessità di radicare su vincoli pragmatici ciò che può fare oggetto di rappresentazione mentale, di "pensabilità", via via che matura cresce la sua capacità di sottrarre la possibilità di conoscenza al vincolo pragmatico col reale. Di conseguenza, interrogarsi sulla coscienza è anche interrogarsi sui processi mentali

[10] In particolare, per la scrittura, vedi il concetto di tecnica saggistica elaborato da Olson (1979) quale applicazione dell'idea che la diffusione della stampa ha influito sulla formazione di una modalità di argomentazione interamente esplicita e confinata entro l'enunciazione linguistica del testo, modalità cui viene fatta risalire anche l'oggettività della scienza.

che costituiscono la nostra capacità di pensiero e di "pensare il pensiero", ove gli stati e gli eventi mentali riguardano la relazione – continua e continuamente trasformabile – sia col mondo esterno a noi, sia col mondo interno a noi, il nostro sé, forse dentro spazi analogali (nel senso di Jaynes 1984) che sono all'origine della creatività inesauribile dei nostri saperi.

In Edelman e Tononi (2000), viene messo a tema il nesso tra soggettività e oggettività, tra mente e mondo, e l'ipotesi viene elaborata sulla base di una precisa teoria del cervello. Si tratta della teoria "selettiva" di Edelman (1987), all'interno della quale la selezione opera su tre livelli:

- quello filogenetico della selezione naturale, che ha portato gli ominidi ad avere un cervello;
- quello ontogenetico della selezione somatica, che durante lo sviluppo e, grazie all'informazione ereditaria, sta alla base delle specializzazioni funzionali delle aree cerebrali;
- quello della selezione culturale attraverso l'interazione con l'ambiente, che porta all'autoriflessività, cioè al dialogo del cervello con se stesso e, quindi, alla memoria, all'immaginazione, e alla creatività.

In questo quadro emergono due coscienze: la coscienza più antica, o *«primaria»* – tipica di certi animali – e che è prodotta dalla integrazione tra le aree cerebrali della categorizzazione del mondo esterno e quelle della memoria; la coscienza *«di ordine superiore»* o *«coscienza di essere coscienti»* – tipica degli esseri umani – che è determinata dall'intervento delle memorie simboliche e del linguaggio. In tutta la teoria ha un ruolo cruciale il concetto di rientro, che è il meccanismo che consente la correlazione sincronizzata tra mappe cerebrali differenti, e quindi di discriminare tra percezione in tempo reale e memoria in quanto ri-categorizzazione degli oggetti percepiti. Infatti, la dinamica neurale, cioè il modo in cui le configurazioni di attività cambiano nel tempo, manifesta un processo, definito appunto rientro, che dipende da cicli di segnalazione nella trama talamo-corticale e in altre reti. Si tratta di uno scambio in atto, ricorsivo, di segnali in parallelo tra aree cerebrali reciprocamente connesse, uno scambio che coordina incessantemente nello spazio e nel tempo le attività delle loro mappe. Il rientro, a differenza della retroazione, implica molte vie in parallelo e non possiede associata una funzione istruttiva di errore. La conseguenza del rientro è la diffusa sincronizzazione dell'attività di gruppi differenti di neuroni attivi e distribuiti in molte aree cerebrali differenti e specializzate. Questa scarica sincronica di neuroni distanti e connessi dal rientro è a fondamento dell'integrazione dei processi percettivi e motori. Il rientro rende possibile l'unità, altrimenti impossibile, della percezione e del comportamento, in quanto nel cervello non esiste un elaboratore centrale capace di coordinare aree funzionalmente separate.

Altro elemento decisivo, nell'ipotesi di Edelman e Tononi (2000), è che il secondo tipo di coscienza non può darsi senza il primo, mentre il primo tipo può trovarsi senza il secondo. La coscienza di ordine superiore è dunque, per Edelman e Tononi, il complesso correlato neurobiologico del sé, dotato di precise proprietà:

- la coscienza è emersa evolutivamente per esigenze adattative;
- la coscienza non è un oggetto, ma un processo in cui conta di più l'interazione

dinamica tra precise regioni cerebrali in precisi intervalli di tempo che non la correlazione tra aree e funzioni, tra una regione ed una funzione specifica (il cosiddetto nucleo dinamico, rappresentato mediante la metafora della galassia);
- la coscienza dipende dalla memoria e dalle rappresentazioni cerebrali del corpo;
- la coscienza è il flusso emergente di eventi cerebrali non coscienti e, quindi, di automatismi comportamentali;
- la coscienza è il frutto di sottoprocessi tendenti all'unità e all'integrazione da un lato e all'informatività e differenziazione dall'altro.

Il tentativo è, palesemente, di collocare in un'ottica naturalistica concetti quali l'inconscio, il sé, il linguaggio, superando le barriere tra scienze umane e naturali.

In una direzione simile va la ricerca di Damasio, neurologo portoghese divenuto famoso con *L'errore di Cartesio* (1995), testo in cui dimostrava l'insostenibilità a livello neurofisiologico dell'antitesi non solo tra materia e pensiero, ma soprattutto tra emozione e cognizione. Anche Damasio (2000), come Edelman e Tononi parla di due coscienze: una *«coscienza nucleare»* ed una *«coscienza estesa»*. La *«coscienza nucleare»* identifica la consapevolezza del sé come gradino ulteriore rispetto alla veglia e alla vigilanza, e il suo meccanismo fondamentale è la creazione di mappe che descrivono le relazioni in corso tra organismi e oggetti. La *«coscienza estesa»*, culturalmente più elaborata, applica il meccanismo che è proprio anche della coscienza nucleare non solo al singolo oggetto diverso dal sé, ma anche ad un insieme coerente di oggetti memorizzati in precedenza e concernenti la storia dell'organismo, la cui inarrestabile evocazione viene costantemente illuminata dalla coscienza nucleare e costituisce il sé autobiografico. Inoltre, la coscienza estesa emerge dalla capacità di mantenere attive, simultaneamente e per un notevole lasso di tempo, le numerose immagini la cui raccolta definisce, appunto, il sé autobiografico e le immagini che definiscono l'oggetto. Anche in questa teoria, dunque, emerge il carattere dinamico dell'organizzazione delle interazioni cerebrali, come dimostrano vari casi clinici nei quali lesioni specifiche compromettono non tanto l'attività di un'area cerebrale e perciò di una funzione psichica, ma l'interattività tra aree e funzioni. Viene a cadere, in quanto non più sostenibile, una visione "frenologica" del cervello, e viene sostituita da una visione che mette continuamente in rapporto localizzazione funzionale e plasticità cerebrale. La coscienza, anche per Damasio (2000) non è, infatti, un luogo specifico del cervello e neppure è dappertutto e da nessuna parte, ma è un processo elaborato di sistemi ad un tempo distinti e connessi. Pertanto è vero che la coscienza nucleare si fonda sull'attività di un nucleo ristretto di strutture antiche (tronco encefalico, cortecce somatosensitive, corteccia del cingolo), ma bisogna tenere ben presente che le rappresentazioni dei sistemi derivano dal rapporto cervello-corpo-ambiente, con un'incessante e incessantemente ridefinita modulazione degli scambi di informazioni in entrata ed in uscita.

Su questo rapporto Damasio fonda la sua idea che le emozioni svolgano un ruolo fondamentale e da esse dipenda in qualche modo la coscienza. Le emozioni esistono già a livelli elementari del sistema nervoso – vedi la lumaca studiata da Kandel o l'anemone di mare che hanno lo stesso comportamento di contrazione e distensione rispetto agli stimoli. Nell'uomo c'è però un passaggio ulteriore. Non ci sono solo la risposta ad una situazione induttrice, e la conseguente regolazione dello stato interno dell'organismo; c'è la rappresentazione di tutto questo, la rappresentazione della rappresentazione,

vale a dire la consapevolezza dell'emozione e del sentimento. Per Damasio, dunque, la coscienza – in quanto rappresentazione di una rappresentazione – sarebbe la rappresentazione di un'emozione, di un'emozione non di intensità ma di durata, di un continuo emotivo che si interrompe solo col sonno, o in presenza di precise patologie. La coscienza, questa «sorta di configurazione costruita con i segni non verbali degli stati del corpo» (Damasio 2000: 375), legata a quelle strutture cerebrali che operano con il «vocabolario non verbale dei sentimenti», potrebbe avere qui il segreto della sua formazione: «la formazione della mappa di una relazione tra un qualsiasi oggetto e l'organismo diventa il sentimento di un sentimento» (Damasio 2000: 376).

Secondo LeDoux (2002), la coscienza – almeno nel senso inteso come autocoscienza – è uno sviluppo recente della storia evolutiva degli esseri umani, mentre l'attività inconscia del cervello è la regola piuttosto che l'eccezione. Per questo motivo, proprio perché molti dei pensieri, delle emozioni, molte delle azioni hanno luogo in modo automatico, allora «quello che una persona è, ciò che pensa, sente e fa non è per nulla influenzato dalla *sola* coscienza» (LeDoux 2002: 16). Di conseguenza lo studioso si chiede non tanto come si origina la coscienza, ma, come il cervello ci fa diventare quello che siamo. L'idea fondamentale di LeDoux è che il senso di sé che si sviluppa nel corso della vita di ciascuno di noi rappresenta solo una parte del sé, quella parte che è esplicita, autoconsapevole e di cui produciamo autorappresentazione. Ma c'è un di più, quello che il sé è rispetto a ciò di cui gli individui sono consapevoli. Si tratta degli aspetti impliciti del sé, che non sono immediatamente disponibili alla coscienza perché sono per loro natura ad essa inaccessibili. Un esempio è la comprensione stessa di un enunciato o di un testo, di cui abbiamo consapevolezza del significato elaborato ma non dei processi mediante i quali siamo stati in grado di decodificare e attribuire senso a quanto venivamo ascoltando. In fondo tutti gli animali possiedono un sé, a prescindere dalla capacità di autoconsapevolezza, sulla base della distinzione tra sé esplicito e sé implicito. I termini richiamano direttamente, e intenzionalmente, gli studi sulla memoria: vi sono informazioni che vengono assimilate e immagazzinate in modo esplicito, e ad esse ha accesso la coscienza, vi sono informazioni che vengono elaborate e immagazzinate in modo implicito, cioè senza consapevolezza cosciente. Di conseguenza per LeDoux (2002) i processi di immagazzinamento implicito ed esplicito della memoria sono i meccanismi fondamentali attraverso i quali il sé è formato e mantenuto nel tempo. Si tratta, dunque, di un sé che si radica nella processualità continua tra interno ed esterno, ove gli stessi tratti della personalità – ad esempio l'introversione – sono in parte geneticamente determinati ed in parte sottoposti alle trasformazioni legate alle pressioni ambientali. È un sé che rappresenta «la totalità di ciò che un organismo è fisicamente, biologicamente, socialmente e culturalmente. Sebbene sia un'unità, non è unitario. Comprende cose che conosciamo e cose che possiamo non sapere, cose che gli altri sanno su di noi e che noi ignoriamo. Include attributi che esprimiamo o nascondiamo, e qualcuno che, semplicemente non richiamiamo. Accoglie ciò che ci piacerebbe essere, come pure quello che ci auguriamo di non diventare mai» (LeDoux 2002: 44).

2. Parametri fisici del suono e della voce

2.1. Fisiologia della fonazione

Normalmente, il pensare alla laringe ci riconduce alla sua funzione fonatoria, la più "nobile" forse, ma anche quella filogeneticamente più giovane[11]. Bisogna considerare, infatti, che la laringe nasce con una funzione principalmente sfinterica, come ultima barriera protettiva per le basse vie aeree, trachea, bronchi e polmoni, e che la possibilità di emettere suoni articolati appare molto tardi nell'evoluzione della specie. Se si considera che è costituita da nove cartilagini, undici muscoli intrinseci e sedici estrinseci, irrorata da tre arterie e tre vene e innervata da due nervi, non può che sorprenderci per la sua complessità. Inoltre, considerando che la sua funzione primaria è di protezione per le vie aeree inferiori, il fatto che si trovi all'incrocio tra queste e le vie digestive può apparire quantomeno stravagante; si tratta dunque di una struttura tanto complessa la cui anche minima compromissione comporta conseguenze importanti per lo svolgimento di funzioni vitali primarie, di conseguenza ciò fa pensare al risultato di un adattamento all'evoluzione delle specie. Infatti, qualche miliardo di anni fa, alcune specie animali acquatiche, causa periodi di siccità, si sono dovute adattare ad una vita terrestre che prevedeva quindi una struttura adattabile ad una respirazione aerea. Accanto alle branchie, alcune specie di pesci tuttora esistenti lo dimostrano, si è andata così strutturando una rudimentale forma di polmone che si è dovuta adattare al tubo digerente, preesistente. Negli anfibi si riscontra un abbozzo di laringe, così come nei rettili fino ad arrivare ai mammiferi in cui compaiono tiroide ed epiglottide. Da questa catena evolutiva sono rimasti esclusi gli uccelli che pur emettendo suoni variegati e piacevoli non hanno nessuna struttura comparabile alla laringe, e non a caso le loro emissioni sonore sono prive di formanti vocaliche. L'apparato fonatorio dei primati, in particolare degli scimpanzé, è a tutti gli effetti simile a quello umano; questi animali, non possedendo una struttura corticale atta ad elaborare un linguaggio verbale, hanno però dimostrato, in numerosi esperimenti, di essere in grado di produrre e articolare una vasta gamma di suoni.

L'unica grande differenza è che nell'uomo la laringe è posta più caudalmente, almeno dopo il secondo anno di vita e ciò determina, pur consentendo una maggiore plasticità, l'impossibilità di respirare e deglutire nello stesso tempo, pena l'intrusione di bolo nelle vie respiratorie. Per ovviare a questo rischio le pareti mucose della trachea sono dotate, come ultima barriera, di recettori sensoriali che innescano un meccanismo di tosse riflessa alla presenza di qualsiasi corpo estraneo nelle vie aeree.

2.2. La fonazione

L'atto di parlare, la fonazione, è un fenomeno estremamente complesso dal punto di vista fisiologico, e richiede la stretta collaborazione degli organi fonatori: l'apparato respiratorio, l'apparato laringeo e il tubo di risonanza.

[11] Il trattamento di questo capitolo è stato fatto in parte grazie alla consultazione di Storace (1999).

Questi tre apparati concorrono alla formazione del suono secondo un preciso iter di formazione:

1. *il mantice polmonare* che si occupa della produzione del fiato necessario per l'emissione sonora;
2. *l'effettore laringeo* che genera il suono;
3. *l'apparato di risonanza* che modula il suono prodotto dal precedente apparato.

Andiamo quindi a vedere quali sono le caratteristiche di questi tre apparati e in che modo svolgono le loro funzioni.

2.2.1 Il mantice polmonare

Possiamo dire che la produzione della voce, o meglio la vibrazione delle corde vocali al passaggio dell'aria in uscita, è un risultato secondario dell'attività meccanica respiratoria. Ne deriva quindi, che le leggi che regolano la fonazione sono da un punto di vista fisiologico le stesse che regolano la respirazione, pertanto, andiamo brevemente a vedere come si compie l'atto respiratorio.

Il mantice polmonare si riferisce alla fonte di energia della voce, in altre parole a quell'apparato formato da: polmoni, gabbia toracica e muscoli dell'addome e del torace, che durante l'espirazione attiva convogliano il flusso d'aria verso la laringe, determinando con la contrazione della gabbia toracica una diminuzione della capacità polmonare.

La gabbia toracica ha una forma pressoché conica, è formata anteriormente dallo sterno, lateralmente da 12 coppie di coste e posteriormente dalle vertebre toraciche.

I muscoli respiratori più importanti per la respirazione sono il diaframma, i muscoli intercostali esterni e i muscoli scaleni. Il diaframma in particolare viene considerato il muscolo più importante della respirazione. Ha la forma di una cupola e separa la cavità toracica da quella addominale. Durante l'inspirazione il diaframma si contrae e la sua tipica forma a cupola diventa piatta, determinando un aumento del volume toracico.

I due polmoni poggiano direttamente sul diaframma, hanno una forma pressoché conica ed una consistenza elastica e piuttosto spugnosa. La consistenza spugnosa è dovuta alla presenza di milioni di piccole sacchette, gli alveoli, nei quali avviene lo scambio di gas con il sangue. Gli alveoli consistono nella parte finale dei bronchioli, che a loro volta formano i bronchi, una sorta di rami di albero sempre più grossi fino ad arrivare ai due bronchi principali il destro e il sinistro che si riuniscono in una sorta di "tubo" principale, la trachea. Si tratta di un vero e proprio "tubo" semirigido con un diametro di 2,5 cm e una lunghezza più o meno pari a 11 cm nella donna e 12 cm nell'uomo. I polmoni sono rivestiti dalla pleura viscerale e, tramite un'intercapedine formata da una sottilissima pellicola liquida, sono in contatto con la pleura parietale che invece riveste la superficie interna della gabbia toracica. È proprio grazie a queste due pleure che durante la respirazione, gabbia toracica e polmoni si influenzano a vicenda. Durante l'inspirazione, quando avviene l'aumento del volume della gabbia toracica, i polmoni seguono per il contatto delle due pleure il movimento della gabbia e a loro volta subiscono un aumento di volume, mentre, al contrario, durante
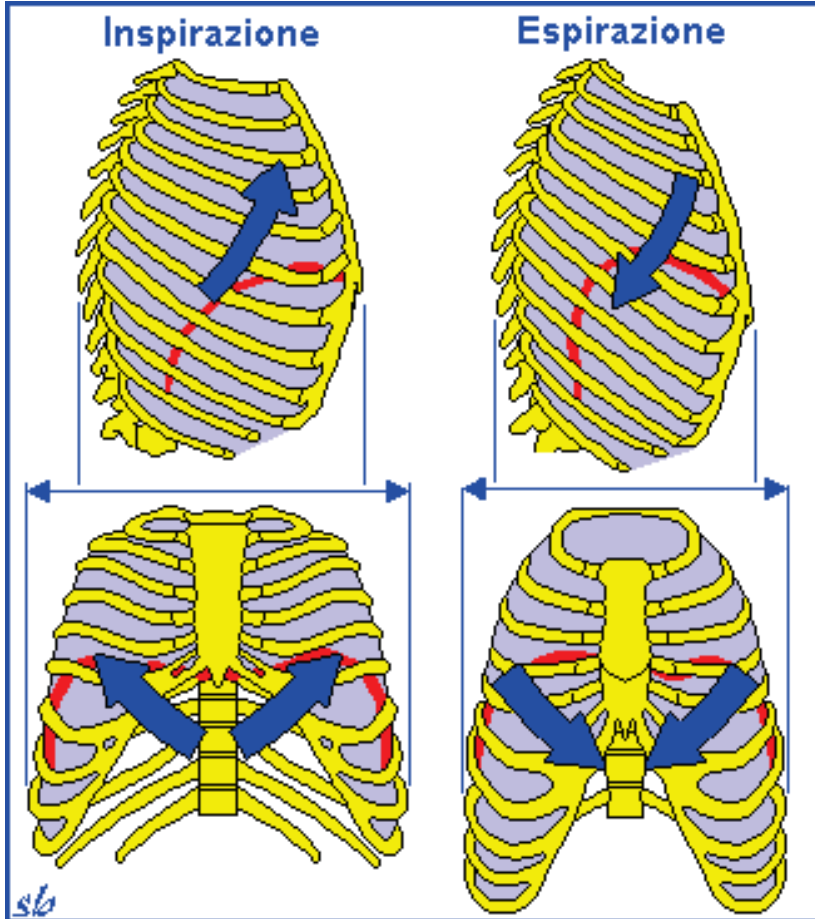
Fig. 2 Meccanismo di espansione della gabbia toracica (da www.sportraining.net/fisiologiapolmoni.htm)

l'espirazione è la gabbia toracica che segue i polmoni nel ritorno alla loro posizione di riposo.

Durante l'atto inspiratorio, quindi, il diaframma si abbassa, lo sterno si solleva, la gabbia toracica aumenta il proprio volume e di conseguenza anche i polmoni aumentano il loro volume. Tale aumento determina una diminuzione di pressione all'intero dei polmoni che pertanto risulta inferiore a quella dell'ambiente esterno. La differenza di pressione, secondo le leggi che regolano le caratteristiche dei gas, determina uno spostamento dell'aria esterna (atmosferica) nelle cavità polmonari fino a creare una situazione di equilibrio tra i due ambienti.

Durante l'espirazione, invece, il volume polmonare diminuisce (seguito da quello toracico), quindi, la pressione nei polmoni aumenta e la massa d'aria contenuta all'interno esce fino a raggiungere un nuovo livello di equilibrio tra le due pressioni. In questo modo si realizza la respirazione e a questo punto possiamo aggiungere che

la fonazione avviene durante la fase dell'espirazione. È proprio il funzionamento sincrono del mantice polmonare che rende possibile la vis a tergo necessaria per azionare il meccanismo fonatorio vero e proprio ad opera della laringe.

2.2.2 L'effettore laringeo

La laringe, organo delicato e complesso, ha quattro componenti anatomiche fondamentali: uno scheletro cartilagineo, muscoli intrinseci ed estrinseci e una mucosa di rivestimento.

Le cartilagini più importanti sono la *tiroide*, a forma di scudo e la *cricoide*, a forma di anello con castone che costituiscono rispettivamente la parte supero-anteriore e quella postero-inferiore della laringe stessa. Sul castone cricoideo si trovano le piccole *cartilagini aritenoidi*, a forma di piramide. I *muscoli estrinseci* connettono tiroide e cricoide ad altre strutture della gola e del collo e la loro contrazione determina l'innalzamento o l'abbassamento della laringe nel suo insieme; i *muscoli intrinseci*, invece, decorrono all'interno della laringe e ne connettono le sue componenti, sono innervati dai nervi laringeo superiore e laringeo inferiore, detto per il suo particolare decorso, nervo ricorrente. Due di questi, i muscoli tiro-aritenoidei si estendono dall'angolo interno della cartilagine tiroide fino alle aritenoidi e formano il corpo delle *corde vocali* (o *pliche*) e lo spazio determinato dalla loro apertura costituisce la *glottide*.

I muscoli intrinseci determinano movimenti fini e complessi all'interno della
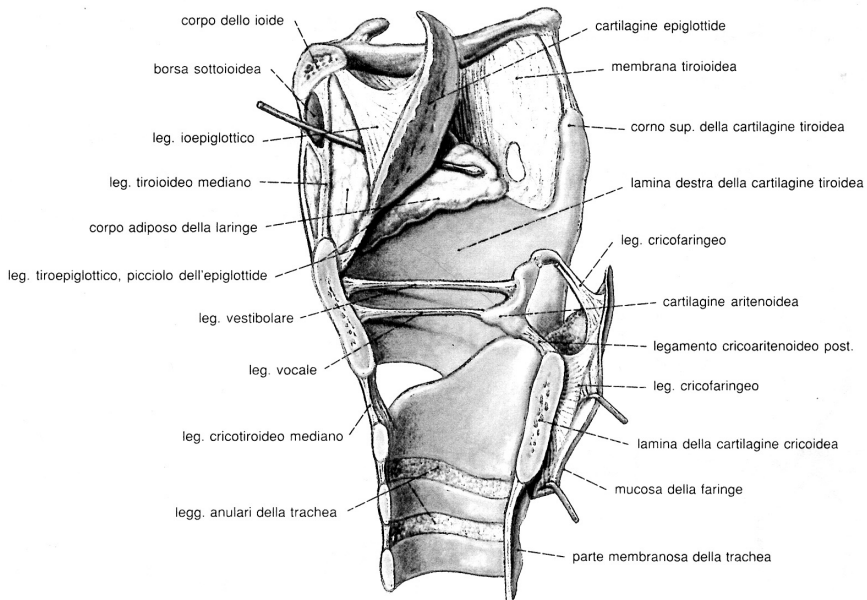
Fig. 3 Le cartilagini laringee
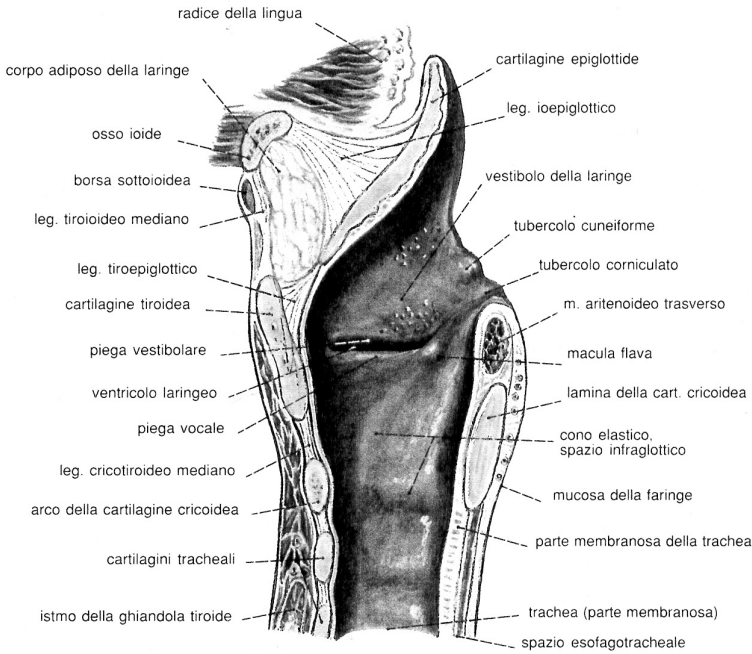
Fig. 4 La mucosa laringea

laringe; i crico tiroidei, per esempio, innervati dal laringeo superiore, provocano, contraendosi, la tensione longitudinale delle corde, mentre i crico aritenoidei, alloggiati sulla faccia posteriore del castone cricoideo, inserendosi sulle aritenoidi ne determinano l'allontanamento dalla linea mediana e l'innalzamento con conseguente apertura della rima glottica.

La mucosa di rivestimento delle pliche merita una descrizione dettagliata perché la sua particolare struttura, diversa da quella del resto della laringe, gioca un ruolo fondamentale nell'emissione vocale. Hirano (1975) individua cinque strati distinti di tessuto, un epitelio di rivestimento sottile e lubrificato al di sotto del quale si trovano lo strato superficiale che occupa lo "spazio di Reinke", caratterizzato da una sostanza lassa, amorfa, povera di fibre, e gli strati medio e profondo di tessuto. Questi tre strati costituiscono la lamina propria al di sotto della quale vi è il muscolo vocale vero e proprio.

I cinque strati hanno proprietà dinamiche differenti e in realtà, dal punto di vista meccanico, si comportano come una struttura a tre strati, e cioè un rivestimento (epitelio e strato superficiale della lamina propria) uno strato di transizione (strati intermedio e profondo della lamina propria) e un corpo costituito dal muscolo vocale vero e proprio che rendono possibile la vibrazione e l'oscillazione della mucosa cordale durante la fonazione.

2.2.3 L'apparato di risonanza e caratteristiche della voce

La modulazione della voce è dovuta sia all'azione del sistema di risonanza sia di quello di articolazione. L'apparato di risonanza è costituito dal vestibolo laringeo, cioè la zona sovra-glottica della laringe, dalla faringe, suddivisa in orofaringe e rinofaringe, dalle cavità orale e nasale e dai seni paranasali; nel tratto vocale il suono monotòno emesso a livello laringeo si moltiplica in armoniche acquistando le caratteristiche peculiari e le sfumature della voce. Abbiamo già analizzato in dettaglio la laringe, passiamo quindi rapidamente ad analizzare gli altri organi di risonanza.

La bocca, o meglio la cavità orale riveste un compito fondamentale nella fonazione, in quanto è al suo interno che vengono fisicamente articolati i vari suoni. È composta da parti mobili e parti rigide; *il palato duro* e *arcate dentarie*, rappresentano le parti rigide, non modificabili, mentre *palato molle*, *lingua*, *labbra*, *guance* e anche la *mandibola* (in quanto struttura ossea che però si muove) rappresentano le parti mobili.

L'emissione sonora laringea ad opera dell'oscillazione della mucosa a corde vocali addotte è, dal punto di vista acustico, un segnale periodico complesso, cioè la somma di più segnali periodici semplici, onde sinusoidali con moto armonico, come per esempio è l'emissione di un diapason. Quindi, il suono prodotto a livello delle corde vocali è costituito dall'onda semplice che ha la frequenza più bassa coincidente con la frequenza del segnale complesso e viene detta Frequenza Fondamentale (f_0) o prima armonica (Giannini e Pettorino, 1992). La f_0 da un punto di vista acustico corrisponde al numero di vibrazioni che la mucosa cordale, sotto l'azione del flusso espiratorio produce in un secondo e si misura quindi in Hertz (cicli al sec) e dal punto di vista percettivo è correlata al tono. L'altezza tonale della f_0, è determinata dalle caratteristiche anatomiche delle corde, dalla loro tensione, dalla lunghezza e in parte anche dalla pressione sottoglottica. L'ampiezza dell'onda è determinata dalla pressione sonora, da un punto di vista percettivo corrisponde al volume, ed è strettamente correlata al soffio aereo proveniente dai polmoni. La sua unità di misura è il Decibel che è il rapporto fra l'intensità del suono di una sorgente e un'intensità di riferimento. L'intensità fisica di un suono non è data tanto dalla portata d'aria quanto dall'estensione della variazione della portata durante l'oscillazione glottica. Questa variazione è legata alla pressione sottoglottica e all'estensione del movimento glottico stesso e quindi al corretto funzionamento dell'apparato respiratorio per la prima e della muscolatura e mucosa laringea per la seconda. Le cavità di risonanza funzionano quindi come un corpo che oscilla ed emette suoni per effetto delle oscillazioni di un'altra sorgente amplificando il segnale vocale in armoniche – cioè multipli interi della fondamentale – comprese entro determinate bande di frequenze, più vicine alle frequenze caratteristiche di ogni singola cavità, cioè la frequenza naturale alla quale il risuonatore può vibrare con la massima ampiezza. Quest'apparato è molto flessibile e può quindi variare la sua forma, di conseguenza alcune frequenze verranno amplificate, ossia irradiate con maggior ampiezza mentre altre saranno attenuate. Le frequenze di risonanza amplificate sono state definite *formanti* e corrispondono a dei picchi di intensità in corrispondenza di certe frequenze e in conseguenza della posizione degli articolatori. Ognuna delle 7 vocali della lingua italiana, per esempio, ha 2 formanti

principali che corrispondono all'articolazione più anteriore, posteriore o centrale delle suddette. Altro parametro importante dell'emissione vocale quindi è il timbro, correlato alla maggiore o minore presenza di armoniche della fondamentale, armoniche che nelle cavità di risonanza vengono smorzate o amplificate delineando il "colore" proprio di ciascuna voce.

Il parlato produce vibrazione nell'aria come funzione del modello di flusso di aria che esce dal tratto vocale. Un flusso di aria libero, come nel sospiro, è udibile minimamente, giacché è necessaria la risonanza formata dalla vibrazione dell'aria entro il tratto vocale perché il parlato sia udibile. La vibrazione della colonna d'aria è causata dai movimenti rapidi delle corde vocali in quanto l'aria è forzata tra le corde, creando la frequenza fondamentale (f_0) di ciascun enunciato da parte del parlante. Le frequenze fondamentali di solito variano da circa 100 a 200 cps nei maschi adulti; la f_0 è più alta nelle donne e nei ragazzi. Nel passare all'interno della cavità orale, l'onda attiva le naturali risonanze delle varie cavità del tratto orale – la bocca, la faringe, le cavità nasali, ecc. Queste risonanze sono determinate sia da caratteristiche relativamente fisse del tratto, quali la lunghezza della cavità dalle corde vocaliche, i denti e le labbra, e da caratteristiche modificabili, quali la posizione della lingua, o di altri organi articolatori. Le risonanze producono le frequenze formanti dell'onda acustica associata al parlato. Le prime tre formanti giocano un ruolo cruciale nel determinare i suoni del parlato che sono identificabili nell'onda.

2.3. Fisiologia della voce

Già era stato ipotizzato che l'emissione sonora fosse frutto della vibrazione delle corde vocali ma solo nel 1898, Ewald postula una teoria che per alcuni aspetti è ancora valida e che è servita come base ad ulteriori e proficui studi. Con la *teoria mioelastica* egli fornisce una spiegazione del meccanismo di produzione del suono, secondo cui le caratteristiche dell'emissione sonora dipendono dalla pressione sottoglottica, quindi dal soffio fonatorio e le corde vibrano in modo passivo. La trachea è vista come un tubo e le pliche come due strutture elastiche che, proprio a causa della loro elasticità, sono naturalmente addotte, quindi chiuse, in maniera praticamente ermetica. Al di sotto di esse, nella trachea, la pressione aerea aumenta e va ad esercitare una forza tale da separare le corde per un tempo molto limitato, poi la loro stessa struttura tende a riportarle nella posizione precedente perché la pressione, proprio per la fuoriuscita d'aria, diminuisce, quindi non è più abbastanza alta da aprire la glottide. Questa concezione ha suscitato non poche critiche, la prima delle quali pone l'enfasi sull'impossibilità, secondo tale teoria, di far variare l'intensità di un suono senza variarne l'ampiezza, visto che le pliche vibrano passivamente e in base alla forza del soffio fonatorio. Sarebbe quindi impossibile mantenere una nota particolare la cui intensità cresca fino ad estinguersi. Autori come Vallencien e Van der Berg hanno ipotizzato che tale indipendenza fra i due parametri poteva spiegarsi con l'adattamento dello spessore delle corde alla variazione del flusso aereo ad opera di barorecettori, in grado di provocare riflessi regolatori, e creare una variazione di spessore simile a quella delle labbra dei trombettisti. Altra critica verteva sul fatto che la spinta fornita dalla pres-
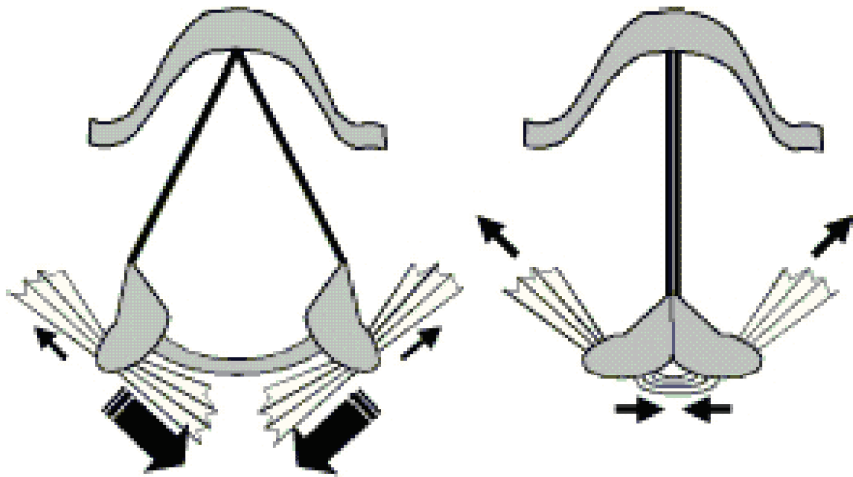
Fig. 5 La glottide in respirazione e in fonazione

sione sottoglottica non giustificava l'energia sonora emessa. Proposta da Husson nel 1950 in contrapposizione alla precedente, la *teoria neuro-cronassiale* pone l'enfasi sul ruolo attivo delle corde vocali, quindi la frequenza emessa, e di conseguenza l'altezza del suono, dipende dalla frequenza degli impulsi nervosi e non dalla pressione sottoglottica. In seguito ad un potenziale d'azione del nervo ricorrente, i muscoli arivocale e tirovocale (che costituiscono il muscolo vocale propriamente detto) si contraggono, determinando l'apertura della glottide e permettendo all'aria sottoglottica di accedere alla cavità faringo-buccale fintanto che le pliche non si riaccollano per esaurimento del potenziale. Siccome un nervo non può trasportare più di 300 impulsi al secondo, anche se Husson ammette che il ricorrente possa eccezionalmente trasportarne 500, questa teoria non spiegherebbe l'esistenza di registri vocali (nel canto) superiori a 500 Hertz. L'autore fornisce una spiegazione ipotizzando la possibilità del ricorrente di passare da un regime monofasico (300 Hz) ad un regime bifasico o addirittura trifasico o quadrifasico. Questa concezione, pur offrendo una ingegnosa spiegazione al problema, fino ad allora insoluto, dei registri vocali, è stata oggetto di numerose critiche che, alla luce delle conoscenze attuali appaiono fondate, come per esempio la differenza di lunghezza dei due nervi ricorrenti e la conseguente impossibilità di un movimento sincrono delle due corde, la dimostrazione con l'elettromiografia dell'esistenza di potenziali con modesta frequenza, e inoltre, in seguito all'osservazione con la cinematografia ultrarapida, l'apertura delle corde non appare come un movimento attivo. Tutte queste osservazioni hanno quasi del tutto smentito tale teoria, appoggiata a tutt'oggi solo da qualche professionista della voce cantata. La carenza più rilevante sta comunque nel fatto che nessuna importanza venga accordata da Husson alla mucosa vocale e l'importanza che le sue alterazioni rivestono nella patologia non può che inficiarne la validità avvalorando definitivamente le teorie che a partire dagli anni
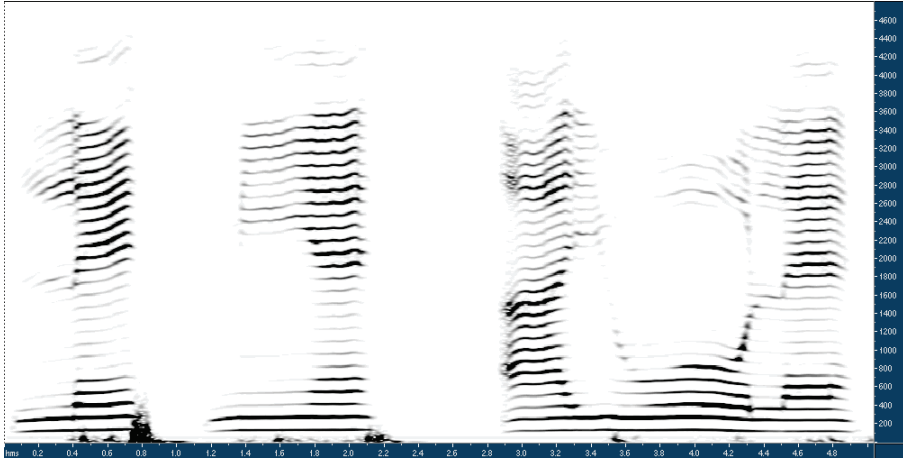
Fig. 6 Esempio di spettrogramma a banda stretta

'60 si sono ispirate alla teoria mioelastica di Ewald completandola. Perellò (1962), basandosi sulla teoria mioelastica, ipotizzò che la vibrazione della corda vocale fosse determinata dallo scivolamento della mucosa cordale sullo strato di sottomucosa, costituito da un tessuto particolarmente lasso. A supporto di tale tesi osservò, tra l'altro, che numerose disfonie erano frutto di patologie a carico della mucosa, laddove il muscolo cordale era integro. L'osservazione endoscopica della glottide per via retrograda (Salimbeni e Alajmo 1982) durante la fonazione ha confermato che la mucosa lassa vibra su di un piano muscolare che, contratto, funge da supporto e non partecipa quindi al movimento vibratorio. Il flusso espiratorio quindi, al momento dell'attacco vocale, acquista la pressione adeguata per vincere la resistenza della glottide chiusa e per sfuggire attraverso le corde determinando anche lo scivolamento della mucosa e quindi la formazione di pliche che avanzano dal basso verso l'alto e in senso postero-anteriore verso la rima glottica, dove grazie al flusso aereo entrano in vibrazione a causa proprio della particolare struttura del tessuto e per effetto Bernoulli esercitato dalle pareti sottoglottiche. La contrazione del muscolo vocale, oltre che fungere da supporto alla mucosa per favorirne lo scivolamento, delimita anche la parte fonatoria della glottide che assume la forma di un'ellisse. La teoria muco-ondulatoria, pertanto deve essere ritenuta, almeno a tutt'oggi, la più convincente.

2.4. La spettrografia della voce

I parametri vocali e la loro reciprocità sono evidenziabili attraverso il *sonogramma* o *spettrogramma*, una sorta di grafico ottenibile attraverso la registrazione del segnale vocale tramite lo spettrografo, che opera un'analisi "tridimensionale" della voce cioè frequenza vs. intensità vs. tempo.

La definizione fornita da Koenig et al. (1946) all'epoca dei primi studi rimane a tutt'oggi attuale ed eloquente: «… un analizzatore dell'onda che produce una regi-

strazione visiva permanente che mostra la distribuzione di energia in frequenza e tempo».

I due tracciati più tipici, realizzabili anche con lo spettrografo più rudimentale sono lo spettrogramma a banda stretta o a banda larga a seconda dei filtri passabanda utilizzati; nel primo caso si ha un filtro sufficientemente stretto per mettere in evidenza la struttura armonica (la f_0 e le sue armoniche); è utile in quegli studi che vogliano privilegiare il parametro frequenza. Con il secondo tipo di filtro non si evidenziano armoniche isolate, ma i gruppi di esse maggiormente enfatizzati dal risonatore, le formanti; tale filtro risulta più usato negli studi di tipo linguistico, per analizzare suoni aperiodici, come per esempio i suoni consonantici.

3. La rappresentazione del suono linguistico

3.1. Fonetica

L'oggetto di studio della fonetica sono i suoni del linguaggio, precisamente come sono fatti fisicamente i suoni di cui la lingua si serve. I suoni possono essere studiati dalla parte di chi li produce, del parlante, e si parla in questo caso di *fonetica articolatoria*, in ragione del fatto che viene ad essere focalizzata l'articolazione degli organi fonatori per la produzione di un determinato suono o combinazione di suoni. I suoni possono essere studiati dalla parte di chi li riceve, l'ascoltatore, e si parla allora di *fonetica acustica*, in ragione della prominenza attribuita alle caratteristiche fisico-acustiche da cui dipende il riconoscimento del suono o della combinazione di suoni. Dunque la fonetica specifica le condizioni generali del rapporto fra proprietà articolatorie e acustiche dei suoni, sulla base delle caratteristiche dell'apparato fonatorio, producendo in tal modo una classificazione dei suoni delle lingue naturali. Dobbiamo anche osservare che è in funzione dell'analisi che distinguiamo in una catena parlata i vari suoni, in ragione del fatto che l'atto di parola non consiste nella giustapposizione di un suono all'altro. Infatti, si tratta in realtà di un flusso continuo di rumori e sonorità prodotti nelle cavità dell'apparato di fonazione, tuttavia allo stesso tempo si è consapevoli della possibilità di segmentare ciò che viene detto in un preciso modo e non in un altro. Ciascuno di noi sente che sostituendo un certo movimento articolatorio all'inizio della parola [tana] si ottiene [lana] e poi [rana], [sana], e così via; perciò possiamo parlare dei suoni linguistici come di entità singole distinguibili per le loro proprietà articolatorie ed acustiche. Per rappresentare correttamente i suoni in modo distintivo, si usa l'alfabeto fonetico internazionale (detto IPA dal nome dell'associazione – International Phonetic Association – che l'ha promosso), in ragione del fatto che ogni segno è in relazione biunivoca col suono rappresentato, diversamente dalle grafie delle scritture tradizionali; chiamiamo *trascrizione fonetica*[12] la procedura che abbina i simboli dell'alfabeto fonetico ai suoni.

I suoni del linguaggio vengono prodotti normalmente da organi la cui funzione primaria non è quella linguistica. Come abbiamo visto dettagliatamente nel capitolo 2, il flusso d'aria egressivo dai polmoni raggiunge, attraverso i bronchi e la trachea, la laringe, dove incontra le corde vocali (sorgente laringea): nella fonazione le corde vocali possono contrarsi e tendersi avvicinandosi o accostandosi l'una all'altra; cicli molto rapidi di chiusure e aperture delle corde vocali, provocati dalla pressione dell'aria espirata, danno luogo alle cosiddette "vibrazioni" delle corde vocali. Il flusso d'aria passa poi nella faringe, e da questa alla cavità orale, ove svolgono una funzione importante nella fonazione alcuni organi mobili o fissi: la lingua – in cui si distinguono una radice, un dorso e un apice – il palato, distinto in palato duro e palato molle, o velo; gli alveoli, cioè la zona immediatamente retrostante ai denti; i denti; le labbra. Anche la cavità nasale può partecipare al meccanismo della fonazione, quando il velo e l'ugola sono in posizione di riposo e permettono quindi il passaggio del flusso d'aria attraverso il naso.

[12] Cfr. in figura 7 la trascrizione per le consonanti italiane.

I suoni, prodotti dalla corrente d'aria che attraversa l'apparato di fonazione, si suddividono fondamentalmente in due classi, *consonanti* e *vocali*.

3.1.1 Le consonanti

Le consonanti sono prodotte mediante un'ostruzione radicale in un punto dell'apparato vocale in modo da interrompere il flusso dell'aria (vedi le consonanti occlusive) o da produrre rumore (ad esempio le fricative). Esse sono descritte mediante alcuni parametri fondamentali: il *luogo* di articolazione, che definisce tanto il luogo in cui si ha l'interferenza principale, quanto gli organi che lo causano; il modo di articolazione, che definisce il *modo* in cui l'aria subisce ostacolo nel flusso di fuoriuscita; il *tempo di attacco* della fonazione (sonorità/sordità).

In base al luogo possiamo distinguere le seguenti articolazioni consonantiche:

- *bilabiali*: la sezione in cui la corrente d'aria subisce interferenza è tra le due labbra, e può essere stretta o chiusa; la forma esterna delle labbra può essere appiattita o arrotondata, cosicché quando le labbra sono appiattite l'aria fuoriesce dall'intera larghezza delle labbra ['**p**ino], mentre se sono arrotondate l'aria fuoriesce solo dal centro ['**b**ut:a];
- *labiodentali*: il labbro inferiore articola con i denti superiori, e la sezione in cui la corrente d'aria subisce interferenza può essere stretta o chiusa ['**f**ama];
- *dentali*: l'apice della lingua articola con la parte posteriore dei denti superiori ['**t**ana];
- *alveolari*: l'apice o la corona della lingua articolano con la cresta degli alveoli ['**r**amo];
- *retroflesse*: l'apice della lingua è rovesciato in alto in modo che il lato inferiore venga a contatto con il palato duro ['**ʈɽ**ɛno] (pronuncia siciliana);
- *palatoalveolari*: la corona della lingua articola con l'area immediatamente posteriore agli alveoli verso il palato duro ['**ʃ**ɛna];
- *palatali*: la parte mediana della lingua articola con il palato duro ['**ɲ**ɔmo];
- *velari*: il dorso della lingua articola con il velo, o palato molle; dato che il dorso della lingua è immediatamente di fronte al velo, basta alzare la lingua per produrre un'articolazione velare ['**k**ane];
- *labiovelari*: la parte superiore della lingua articola simultaneamente con le due labbra ed il velo palatino ['**w**ɔvo];
- *uvulari*: l'articolazione è tra il dorso della lingua e l'uvula, la parte più arretrata del palato molle (la erre francese, suono assente in italiano);
- *glottidali*: sono articolate tra le due corde vocali, con sezione di ostruzione stretta o chiusa (l'acca aspirata dell'inglese).

In base al modo di articolazione, possiamo distinguere le consonanti in:

- *occlusive*: quando gli articolatori bloccano completamente, anche solo per un istante, la fuoriuscita dell'aria dalla cavità orale ([**p**]ollo, [**b**]ollo sono le varianti rispettivamente sorda e sonora della occlusiva bilabiale);
- *fricative*: quando gli articolatori sono estremamente ravvicinati, ma non si toccano

PUNTO / MODO	bilabiali	labio-dentali	dentali	alveolari	palato-alveolari	palatali	velari
Occlusive	p b		t d				k g
Nasali	m	ɱ	n			ɲ	ŋ
Laterali				l		ʎ	
Polivibranti				r			
Fricative		f v		s z	ʃ ʒ		
Affricate				ts dz	tʃ dʒ		
Semiconsonanti						j	w

Fig. 7 Alfabeto IPA per le consonanti dell'italiano

completamente, così da lasciare un piccolissimo passaggio per l'aria, con un effetto prodotto di turbolenza ([**f**]ame, [**v**]ino sono le varianti sorda e sonora delle fricative labiodentali);

- *affricate*: quando un suono è prodotto con ostruzione totale come nelle occlusive, ma poi gli articolatori si separano gradualmente permettendo all'aria di uscire come nelle fricative ([**tʃ**]ena, [**dʒ**]iro sono le varianti sorda e sonora delle affricate palatoalveolari);
- *nasali*: il velo palatino è abbassato, così da consentire al flusso d'aria di fuoriuscire attraverso la cavità nasale dal naso ([**m**]are (bilabiale), [**n**]aso (dentale), i[**ɱ**]vidia (labiodentale), a[**n**]tico (alveolare), [**ɲ**]omo (palatale), fu[**ŋ**]go (velare));
- *laterali*: l'ostruzione del flusso dell'aria è prodotta nella parte centrale della cavità orale, mentre invece l'aria è libera di fluire dai lati della lingua ([**l**]ana (alveolare), a[**ʎ**]io (palatale));
- *vibranti*: gli articolatori sono in continuo movimento, viene fatto vibrare uno degli organi mobili della cavità orale (la lingua o l'uvula) contro un altro organo, così da produrre una leggera ostruzione intermittente ([**r**]a[**r**]o);
- *semiconsonanti*: detti anche approssimanti o semivocali, sono suoni prodotti con l'avvicinamento di un organo articolatore ad un altro, senza tuttavia che la cavità orale sia ristretta in modo da produrre turbolenza ([**w**]ovo, [**j**]eri).

Per chiarezza, riportiamo in figura 7 lo schema complessivo di classificazione fonetica dei suoni consonantici della lingua italiana.

3.1.2 Le vocali

Le vocali sono, dal punto di vista fonetico, articolazioni in cui la corrente d'aria passa lungo la linea mediana della lingua (centrali), senza interruzione (continue) e
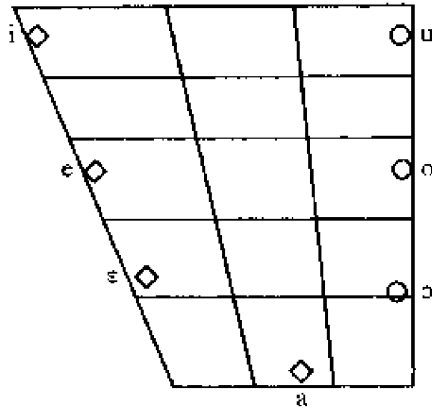
Fig. 8 Schema delle vocali dell'italiano

senza effetto di frizioni (sonanti), e almeno parte, se non tutta la corrente d'aria, passa attraverso la cavità orale (orali). Le vocali si possono classificare in base alla posizione della sommità della massa della lingua in rapporto al palato e alla forma delle labbra. La posizione della lingua può essere modificata dal movimento della lingua stessa e dalla mandibola, che quando si abbassa aumenta la distanza tra la lingua e la volta del palato; la lingua può essere spinta in avanti o indietro, e le labbra possono essere arrotondate o appiattite. Sulla base dei parametri ora indicati, dunque, relativamente alla posizione del corpo della lingua nello spazio verticale della cavità orale, le vocali vengono definite come *medie* quando la posizione della lingua è simile a quella di riposo – quando cioè si respira normalmente senza parlare – *alte* quando la posizione della lingua è più alta della posizione di riposo e *basse* quando la posizione è più bassa. Relativamente alla posizione sull'asse orizzontale, poi, le vocali vengono definite *centrali* quando la posizione è simile a quella di riposo, *anteriori* quando la posizione è più avanzata di quella di riposo e *posteriori* quando è più arretrata. Le diverse posizioni delle vocali possono essere rappresentate tramite il trapezio vocalico (Fig. 8), che si assume come una forma di astrazione per rappresentare la cavità orale.

3.2. Fonologia

Ogni suono che può essere prodotto dall'apparato di fonazione umano rappresenta potenzialmente un suono del linguaggio, o *fono*, termine con cui viene indicata la realizzazione concreta di un qualunque suono linguistico. Non tutti i foni però hanno valore distintivo, cioè si oppongono ad altri suoni nel distinguere e formare le parole; ad esempio, la consonante iniziale della parola italiana tana ha una realizzazione foneticamente diversa nella pronuncia fiorentina, talvolta aspirata in posizione intervocalica se preceduta da articolo, ma si tratta in questo caso di una differenza fonetica priva di valore distintivo. Indichiamo col termine *fonema* un suono che contrasta con un

altro per determinare l'esistenza di una parola nel linguaggio – pollo/bollo – i fonemi di ciascuna lingua sono selezionati da un insieme relativamente piccolo di suoni che possono essere prodotti dal tratto vocale umano. I fonemi sono l'unità minima in fonologia, il cui oggetto di studio è l'organizzazione ed il funzionamento dei suoni nel sistema linguistico, il modo in cui i suoni vengono usati sistematicamente per comunicare significati; di conseguenza, la fonologia studia la competenza fonologica che ogni parlante ha della propria lingua materna.

Naturalmente vi è un rapporto stretto fra fonetica e fonologia, nella misura in cui il compito della fonetica è dare forma fisica alla struttura fonologica. Il campo della fonologia in cui il rapporto fra le due aree di studio dei suoni del linguaggio è stato più stretto è la *teoria dei tratti distintivi*, in ragione del fatto che i tratti realizzano teoricamente l'idea che i suoni linguistici possono essere organizzati in classi naturali, e che la capacità di organizzarli in classi naturali dipende dal fatto che essi sono articolati o percepiti in modo simile, vale a dire hanno delle caratteristiche fonetiche comuni. I fonemi, pertanto, sono concepiti come costituiti da insiemi di tratti distintivi, ciascuno dei quali è di natura binaria (vedi ± sonoro), quindi ogni tratto è o presente o assente. Naturalmente questo modo di trattare le caratteristiche fonetiche e acustiche si pone su di un livello di astrazione, vale a dire come una forma di idealizzazione del contenuto articolatorio ed acustico dei fonemi del linguaggio, pertanto individua delle unità che costituiscono entità mentali sottostanti alla capacità reale del parlante di riconoscere e produrre i suoni del linguaggio (Fig. 9).

La struttura fonologica, pertanto, è una codifica della successione di suoni linguistici. Tali successioni costituiscono un'astrazione notevole rispetto a ciò che si realizza nel discorso dal punto di vista fisico. Infatti il flusso dei suoni non mostra alcuna divisione netta, durante la fonazione i movimenti dell'apparato vocale sono continui e fluidi, vi è una transizione continua fra le posizioni dell'apparato vocale, dunque il segnale acustico che è prodotto mostra una transizione continua da un suono al successivo, senza confini bruschi. L'onda sonora subisce un cambiamento continuo

	p	b	t	d	k	g	ʦ	ʣ	tʃ	dʒ	f	v	s	z	ʃ	m	n	ɲ	l	ʎ	r	w	j
[±sill]	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
[±cons]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−
[±sonoran]	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+
[±son]	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+
[±cont]	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	+	+	+	−	−	−	+	+	+	+	+
[±ril rit]	−	−	−	−	−	−	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
[±lat]	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	−	−	−
[±arr]	−	−	−	−	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−
[±ant]	+	+	+	+	−	−	+	+	−	−	+	+	+	+	−	+	+	−	+	−	+	−	−
[±cor]	−	−	+	+	−	−	+	+	+	+	−	−	+	+	+	−	+	−	+	−	+	−	−

	i	u	e	o	ɛ	ɔ	a
[±arrotondato]	−	+	−	+	−	+	−
[±alto]	+	+	−	−	−	−	−
[±basso]	−	−	−	−	+	+	+
[±arretrato]	−	+	−	+	−	+	+

Fig. 9 Matrice dei tratti distintivi di consonanti e vocali dell'italiano
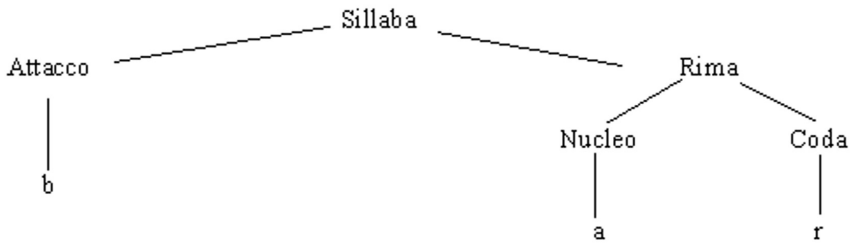
Fig. 10 Sillaba

come effetto della variazione della forma assunta dall'apparato vocale. Dunque la struttura fonologica è un tipo di organizzazione mentale distinto sia dalle istruzioni relative all'apparato vocale sia dalle configurazioni uditive; i confini di parola non sono presenti nelle istruzioni motorie e nelle informazioni uditive. I suoni linguistici sono codificati nel cervello in termini di specificazioni più primitive del suono unitario, i tratti distintivi appunto; esempio il suono /d/ codifica una configurazione di tratti in cui l'apparato vocale è significativamente ristretto, le corde vocali sono tese, il velo palatino è sollevato, il flusso d'aria attraverso la bocca è bloccato, il principale restringimento della bocca avviene in prossimità della punta della lingua.

I tratti distintivi sono una rappresentazione astratta dei gesti articolatori anche per un altro motivo: dato che, come abbiamo visto, il tratto vocale non si sposta istantaneamente da una posizione all'altra, ed il parlato continua ad essere prodotto mentre il tratto vocale si trova tra le posizioni bersaglio, si determina un preciso effetto, quello di "propagare" l'output associato con un particolare tratto in un particolare fonema oltre il tempo. È il fenomeno della co-articolazione: ad esempio il tratto [+ arrotondato] è presente nella vocale /u/ ma non nella vocale anteriore alta /i/; esso si propaga alla occlusiva bilabiale iniziale in [puro] vs [pino].

Per quanto riguarda la fonologia a livello di parola, si individua come unità la *sillaba*, una struttura universale sia su base interlinguistica che in base alla sua funzione nel corso dell'acquisizione del linguaggio. La sillaba può essere concepita come un'unità costruita intorno ad un picco di sonorità, la vocale, con elementi consonantici facoltativi. La struttura della sillaba è costituita da *attacco* e *rima*, e la rima da *nucleo* e *coda*, ove l'elemento nucleare identifica l'elemento vocalico intorno al quale si costruisce la struttura mediante la presenza facoltativa di elementi consonantici (Fig. 10).

Nella catena parlata alcune sillabe (toniche) presentano maggiore rilievo rispetto alle altre (atone), pertanto l'accento esprime questa caratteristica, mediante intensità, altezza melodica e durata. Il susseguirsi di sillabe toniche e atone osserva restrizioni sia generali che particolari delle singole lingue, costituendo in tal modo il ritmo. Il *piede*, come costituente della gerarchia fonologica, è l'elemento che domina una o più sillabe, e nel piede una sillaba è forte e le altre deboli. In italiano una sillaba è forte se è accentata; in lingue come l'inglese le sillabe forti sono quelle con una vocale tesa o con più di una consonante nella posizione di coda (maintàin, tormént), le sillabe
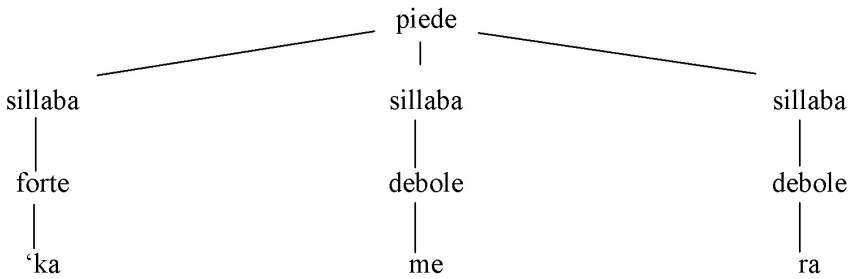
Fig. 11 Piede sillabico

deboli sono quelle con vocale lassa seguita da una coda formata da non più di una consonante (consìder, càncel), e come possiamo vedere la regola dell'accento viene di conseguenza in quanto le sillabe forti in posizione finale attraggono l'accento, mentre non lo attraggono le sillabe deboli nella stessa posizione; la parola fonologica, allora, si può analizzare come nella figura 11:

Vediamo cosa questo può comportare per il processing del segnale acustico allo scopo di individuare i tratti fonetici e i segmenti fonologici.

3.3 Processing acustico

Il problema in generale è come dall'onda sonora acustica viene estratta l'informazione che permette di riconosce le forme lessicali. L'emissione di suoni produce vibrazioni nell'aria in quanto funzione del modello di fuoriuscita di aria dal tratto vocale. Si tratta della risonanza risultante dalla vibrazione dell'aria dentro il tratto vocale, vibrazione causata, come abbiamo già visto, dai movimenti dei singoli organi fonatori; si crea così la frequenza fondamentale di ciascun enunciato. Come abbiamo già visto nel capitolo 2, le risonanze naturali indotte dal passaggio dell'aria producono le frequenze delle formanti dell'onda acustica associata con il parlato e sono le prime tre formanti a giocare un ruolo critico nel determinare i suoni identificabili nell'onda sonora. Dato che le vocali sono prodotte con poco cambiamento nella configurazione del tratto vocale, esse sono associate con regioni dell'onda in cui le formanti sono relativamente stabili. All'opposto, poiché le consonanti sono prodotte da movimenti attivi degli organi articolatori, esse sono associate con aree di cambiamento nelle frequenze formanti. Dunque entro una qualsiasi porzione dell'onda acustica, le varie proprietà delle formanti (ed altri aspetti acustici quali gli scoppi, ecc.) definiscono i suoni individuali. Per esempio il tratto [± sonoro] nelle occlusive ad inizio di sillaba si correla con il cosiddetto *VOT* (Voice Onset Time), il tempo di attacco della sonorizzazione periodica relativa al rilascio dell'esplosione di energia associata con la chiusura del tratto vocale (cioè la differenza di tempo necessaria perché le corde vocali si mettano a vibrare dopo foni sordi o dopo silenzio).

Ma in ragione della co-articolazione, ad esempio, le differenze di VOT sono molto

meno marcate per le occlusive intervocaliche in finale di sillaba, che in occlusive ad inizio di sillaba, ed influiscono anche altre caratteristiche acustiche quali la durata della vocale precedente. Quindi il problema è se l'identificazione delle caratteristiche fonetiche e dei fonemi è basata su questi elementi contestualmente varianti o se invece ci sono caratteristiche acustiche invarianti che sono usate nell'identificazione dei suoni individuali. Nella letteratura sono espresse entrambe le posizioni. Per la prima si veda in particolare la *motor theory of speech perception* di Liberman (Liberman et al. 1967; Liberman e Mattingly 1985), ma al momento non è del tutto chiara la importanza relativa delle due caratteristiche.

Inoltre, in aggiunta alla variazione nei correlati acustici dei fonemi dovuta ai diversi effetti co-articolatori in differenti contesti fonetici, la pronuncia delle parole varia anche in funzione dei fattori di livello frasale e discorsivo. Church (1987), per esempio, distingue tra variazione fonemica e variazione fonetica. La prima è la variazione dovuta alla posizione dei fonemi nelle strutture fonologiche lessicali, ed è possibile che i correlati acustici dei tratti distintivi siano relativamente invarianti, la seconda riflette i cambiamenti nei fonemi correlati alla ri-sillabificazione dovuta al discorso e ad altri fattori. Ad esempio, nella frase "Did you hit it Tom?", pronunciata come /dɪdjəhɪʕɪʔtʰɪtʰam/ il processo di riconoscimento profitta della conoscenza che /h/ e /tʰ/ sono sempre iniziali di sillaba, mentre /ʕ/ e /ʔ/ sono sempre in finale di sillaba; questo porta a sillabificare l'enunciato nel modo indicato dall'uso del segno di confine "#": /dɪdjə#hɪʕ#ɪʔ#tʰɪ#tʰam/, sillabificazione che a sua volta può indurre ulteriori facilitazioni per individuare i fonemi delle parole nell'enunciato. Secondo Church, pertanto, gli elementi acustici chiave per i tratti fonetici possono aiutare a stabilire i confini di sillaba e questi confini, a loro volta, possono aiutare ad individuare altri segmenti.

Mediante l'analisi in tratti distintivi, si ha una *teoria segmentale* della fonologia in quanto la rappresentazione consiste in una sequenza lineare di segmenti e non segmenti. I segmenti sono definiti, appunto, in termini di tratti, basati in genere su criteri articolatori; i non segmenti sono confini la cui posizione è determinata da informazioni morfosintattiche. Dunque, nella rappresentazione lineare della fonologia, ogni segmento viene descritto come un insieme linearmente non ordinato di tratti che indicano le caratteristiche simultaneamente presenti nell'articolazione del segmento stesso. La domanda che si pone è se il segmento sia un elemento discreto. Dall'analisi di alcuni tratti, si può notare come il dominio di un tratto può essere sia più piccolo sia più grande di un segmento. In un caso il valore di un tratto cambia all'interno di un singolo segmento: un esempio sono i segmenti complessi come le consonanti affricate, es. [ts] zio: esse sono caratterizzate da un cambiamento del tratto [± continuo] da un valore negativo ad un valore positivo, mentre gli altri tratti mantengono un valore costante. Durante la pronuncia del fono [ts], cioè, si passa da un'articolazione occlusiva nella prima parte del segmento ad un'articolazione fricativa nella seconda parte.

Queste osservazioni hanno portato a concludere che alcuni aspetti dei sistemi fonologici devono essere specificati in termini di domini più piccoli del segmento, altri aspetti, come nel caso delle geminate, nei termini di domini più grandi. La rappresentazione fonologica, pertanto, abbandona la linearità per diventare multilineare:
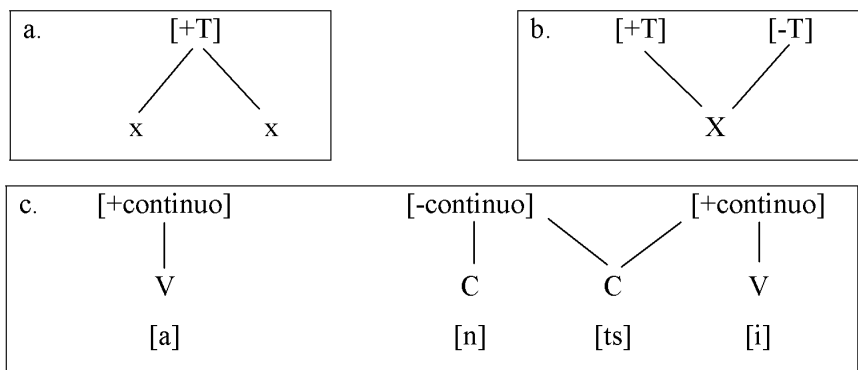
Fig. 12 Stutture autosegmentali

alcuni tratti non sono più considerati caratteristiche intrinseche di un segmento, ma caratteristiche fonologiche indipendenti dal materiale segmentale, da cui il termine *autosegmento*. In una rappresentazione autosegmentale diverse caratteristiche articolatorie di un messaggio sono rappresentate su livelli diversi che confluiscono tutti in una base comune, lo *skeleton*, o *ossatura*. L'ossatura consiste di unità temporali che fissano l'ordine lineare di consonanti e vocali in una frase. Gli altri livelli caratterizzano ognuno un aspetto del messaggio sonoro finale e sono collegati all'ossatura per mezzo di linee di associazione, formando così i piani (bidimensionali). Le linee di associazione rappresentano la simultaneità di articolazioni diverse. Ad esempio, in "anzi", l'autosegmento [+ nasale] associato sia alla vocale [a] che alla consonante [n] ad essa adiacente, indica che le articolazioni di C e V sono ambedue simultanee alla posizione abbassata del velo che permette la fuoriuscita dell'aria dalla cavità nasale. Allo stesso modo, si può avere una unità dell'ossatura associata a due diverse specificazioni dello stesso tratto, per esempio [- continuo] e [+ continuo] nell'unità [ts] (anzi).

Dando con x l'unità temporale astratta (sta per posizione vocalica o consonantica) si possono avere due situazioni (Nespor 1993: 115) come esemplificato in figura 12.

Per questa via, si deve abbandonare l'ipotesi di una assoluta segmentabilità di una stringa in segmenti discreti linearmente organizzati.

3.4. Modelli di rappresentazione fonologica: dalla melodia al gesto articolatorio

Nella tradizione degli studi linguistici, da de Saussure, Sapir a Jakobson, le categorie fonologiche vengono considerate come oggetti mentali distinti dagli eventi acustici esterni, anche se in relazione non arbitraria con essi. Per questo motivo, il concetto chiave è quello di immagine uditiva. Anche più recentemente, all'interno del dibattito sui possibili modelli di rappresentazione della competenza fonologica dei parlanti, la *teoria degli elementi* (Harris 1994; Harris e Lindsey 1995) parte dall'assunto che il

linguaggio deve essere considerato innanzitutto come un sistema uditivo di simboli, nel senso che il sistema motorio, indubitabilmente coinvolto per il fatto che i suoni vengono articolati dagli organi fonatori, viene considerato come secondario rispetto al sistema uditivo. In ragione di ciò, i tratti fonologici devono essere definiti nei termini del concetto di immagine uditiva: la rappresentazione mentale del suono linguistico è data non su base articolatoria o di acustica naturale – altezza della lingua, altezza delle formanti per esempio – ma è costituita da modelli che veicolano informazione e sono percepiti nel segnale del parlato.

La prima osservazione da cui possiamo partire, riguarda l'ambiguità insita nel termine "vocale": esso si può riferire o alla posizione sillabica di un suono, oppure alla sua qualità fonetica. Nel primo senso, descrive un suono che occupa la porzione nucleare della sillaba; nel secondo senso, descrive la qualità di un suono prodotto con approssimazione aperta degli articolatori. Nella fonologia non-lineare attuale, questi due aspetti – le dimensioni sillabiche e qualitative – sono tenuti distinti formalmente. I costituenti sillabici sono integrati nella gerarchia prosodica, dove dominano le posizioni di ossatura e sono radunate in piedi e parole fonologiche. La qualità fonetica esprime il contenuto melodico dei segmenti, composto da categorie di tratti che sono autosegmentalmente dispiegati su ordini separati. Assumiamo, pertanto, in generale che nelle rappresentazioni fonologiche le proprietà di tipo quantitativo, vale a dire la durata del segmento, siano espresse separatamente dalle proprietà di tipo qualitativo, vale a dire il contenuto melodico del segmento:

x x x x	livello delle unità temporali/ossatura
l a n a	livello delle unità melodiche

Qui ogni unità temporale (o posizione sull'asse temporale) è associata ad una unità melodica, ma possiamo avere l'associazione ad un'unica unità melodica di due posizioni temporali, come in una vocale lunga, oppure possiamo associare un'unità temporale a due unità melodiche, come nel caso delle strutture che specificano ad esempio le affricate (es. [ts] zio visto sopra) e i dittonghi ascendenti (quando il cambio di qualità è da semiconsonante a vocale, ad es. [fjɛro]). Dato che l'associazione tra unità melodiche e temporali esprime la coincidenza temporale fra le due unità, è chiaro che in ragione del fatto che l'ordine lineare rappresenta un ordine di precedenza nel tempo, sarà esclusa una rappresentazione in cui due linee di associazione si intersechino. Dunque sono predicabili solo due tipi di processi: il distacco di una unità melodica dalla posizione cui è associata, la diffusione o propagazione del contenuto segmentale ad una posizione temporale contigua.

Secondo la teoria di Harris (1994), gli elementi che costituiscono il materiale melodico non definiscono i dettagli delle particolarità fisiche dei suoni ma sono concepiti come dispositivi cognitivi che codificano proprietà rilevanti nella identificazione dei segmenti. Ogni elemento specifica proprietà fonetiche autonomamente interpretabili; dato che il contrasto fra espressioni fonologiche diverse, risultanti dalla combinazione di elementi, si basa sulla presenza/assenza di uno o più elementi, ogni elemento è sufficiente a caratterizzare una possibile configurazione articolatoria/acustica.

Il modello di rappresentazione melodica impiegato possiede le seguenti proprietà:

- tutte le distinzioni fonologiche sono espresse in termini di elementi monovalenti;
- un singolo insieme di elementi codifica i contrasti di risonanza in posizioni nucleari (vocali) e in posizioni non-nucleari (consonanti);
- ciascun elemento è foneticamente interpretabile in isolamento dagli altri elementi.

Assunto di base è l'insieme tripartito di elementi di risonanza, che definiscono i *valori vocalici corner*, e la combinazione di due elementi definisce le vocali medie:

[A] a
[I] i
[U] u
[A,I] e
[A,U] o

Una categoria di modo [?] inerisce ai suoni non continui, che manifestano una improvvisa e decisa interruzione nell'ampiezza. Quando tale elemento appare in isolamento, l'effetto è ottenuto da una occlusiva glottidale, altrimenti la collocazione del gesto occlusivo è determinato da qualunque elemento di risonanza sia in combinazione (cfr. occlusiva labiale [U, ?], occlusiva palatale [I, ?]).

L'approccio basato sugli elementi riflette più direttamente l'organizzazione triangolare dello spazio vocalico, come è provato da universali fonologici, produzione del parlato e acquisizione del linguaggio. Per esempio, *a i* ed *u* sono le più comuni categorie incontrate nei sistemi vocalici, in alcune lingue sono addirittura le uniche vocali; probabilmente questa preferenza è da collegare al fatto che gli angoli dello spazio vocalico definiti da questi tre punti cardinali costituiscono aree «quantiche» nella produzione del parlato, vale a dire regioni che esplicitano il più forte accoppiamento tra struttura acustica distintiva e possibili gesti articolatori. A conferma di ciò potremmo ricordare gli stadi iniziali dell'acquisizione del linguaggio dopo la lallazione.

Quello che interessa ai nostri fini, è di considerare che in tale approccio lo stato non marcato dei tre elementi cardinali *a*, *i*, *u* riflette direttamente il fatto che, poiché essi consistono di un solo elemento, risultano più semplici dal punto di vista della rappresentazione rispetto a vocali non–corner più marcate, costituite da almeno due elementi ciascuna. Si evidenziano, pertanto, effetti centrifughi dati da innalzamento o abbassamento delle vocali mediane nelle grammatiche primarie che risultano come semplificazione di elementi; lo stesso fenomeno si trova nei primi stadi di acquisizione del linguaggio, con processi di semplificazione melodica, come i seguenti esempi presi dall'olandese:
abbassamento: [A, I] > [A] χɛk (adulto) hak (bambino) "sciocco"; [A, U] > [A] bom (adulto), bam (bambino) "albero";
innalzamento: [A, I] > [I] zɛs (adulto) zɪs (bambino) "sei"; [A, U] > [U] pɔp (adulto) pup "bambola";
dittongazione; [A, U] > [A] [U] kokə (adulto) kawkə (bambino) "cuoce".

In tutti i casi si tratta di processi di semplificazione melodica: un composto di due elementi, definente una vocale media dell'adulto, è dissolto in un modo o in un altro: nel caso di abbassamento e innalzamento, si tratta della riduzione ad un unico

elemento, nel caso della dittongazione, si tratta certo di passare da un gesto basico a due gesti articolatori, comunque la manovra favorisce ancora la scelta di elementi corner, dunque è una riduzione della complessità melodica in quanto un composto è scomposto in una sequenza di due elementi singoli non marcati.

I processi inversi, che mutano le vocali nella direzione opposta delle vocali medie tramite innalzamento o abbassamento può essere espresso solo come aumento della complessità melodica. Ad esempio, l'abbassamento comporta l'aggiunta di [A]: nelle grammatiche primarie, questo tipo di mutamento compare sempre sotto l'influenza armonica di vocali non-alte vicine. L'abbassamento libero dal contesto di vocali alte è estremamente raro e va contro i modelli generali legati all'acquisizione iniziale del linguaggio.

Quindi secondo la teoria degli elementi si stabilisce una correlazione tra marcatezza e complessità melodica nelle vocali, nel senso che i processi che spingono verso gli stati non marcati sono più semplici di quelli che portano agli stati marcati (vocali medie). Pertanto, anche i processi di semplificazione che troviamo nei disturbi del linguaggio vanno considerati come forme di ritardo in quanto riproducono la permanenza di processi caratteristici dell'acquisizione regolare.

Invece, processi che aumenterebbero la complessità melodica delle vocali con l'introduzione di materiale elementare che non ha corrispondenza nelle forme adulte rilevanti sono da considerare come devianti rispetto alle norme dell'età; l'abbassamento di vocali alte, implicanti l'aggiunta di [A], cadrebbe in questa categoria. Lo studio di Reynolds (1990) porta esempi, come ɛp per leaf, tsɔ per shoe, che egli stesso descrive come idiosincratici.

Vediamo, seguendo Savoia (2000): gli elementi di risonanza [A], [I], [U], corrispondono alle tre proprietà acustiche fondamentali del triangolo vocalico: cromatismo vs. timbro. Essi caratterizzano i contrasti correlati alle configurazioni fondamentali di cavità: palatale [I], labiale [U], grado di apertura [A]. Presentano uno statuto più discusso gli elementi nasale [N] e coronale [R]. Oltre ai tre elementi [A], [I], [U], occorre riconoscere un ulteriore elemento di risonanza, corrispondente alla posizione neutra del tratto vocale, [@], la cui realizzazione autonoma è uno schwa. Tale elemento è pensato come una configurazione vocalica assolutamente amorfa, che costituisce una sorta di base fonetica, modificata dagli elementi di colore [A], [I], [U].

Gli elementi di sorgente [ʔ] e [h] caratterizzano, il primo l'interruzione improvvisa dell'energia acustica, il secondo uno spettro caratterizzato da presenza di rumore. Gli elementi di sorgente laringale «corde vocali allentate» [L] (sonorità) e «corde vocali tese» [H] (sordità), catturano la connessione esistente fra le proprietà tonali delle vocali, relative all'andamento della frequenza fondamentale, e le proprietà di VOT dei segmenti consonantici. In particolare, ad [L] corrisponde un segnale con abbassamento della frequenza fondamentale, mentre ad [H] corrisponde un segnale con innalzamento della frequenza fondamentale. Questo appare nei processi ove proprietà del grado di apertura vocalica e il contesto consonantico risultano correlati.

Riassumendo:

- caratterizzano i contrasti correlati alle configurazioni rilevanti di cavità, gli elementi seguenti:

palatale [I]
labiale [U]
grado di apertura [A]
nasale [N]
coronale [R]
posizione neutra del tratto vocale [@]

- gli elementi di sorgente caratterizzano:
  l'interruzione improvvisa dell'energia acustica [ʔ]
  presenza di rumore [h]

- gli elementi di sorgente laringale:
  "corde vocali allentate" (sonorità) [L]
  "corde vocali tese" (sordità) [H]

La caratterizzazione dei diversi tipi vocalici e consonantici risulta dalla combinazione degli elementi in espressioni, che possono essere semplici, cioè costituite da un solo elemento, o essere la combinazione (fusione) di più elementi. All'interno delle combinazioni di elementi, uno di essi, la testa, è dominante rispetto agli altri elementi, che risultano dunque dipendenti. Il ruolo di testa di un elemento (indicato con la sottolineatura __) corrisponde alla diversa preponderanza che le proprietà associate alla testa hanno nel composto; ad esempio, il contrasto fra [e] ed [æ]può essere rappresentato come il contrasto tra una vocale di tipo *i*, ma più aperta, e una vocale di tipo *a*, ma palatalizzata; analogamente il contrasto fra [i] e [I], [u] e [U], può essere ricondotta alla differenza tra configurazioni nette e configurazioni meno differenziate dalla configurazione neutra; anche il vocalismo medio-basso che caratterizza ad esempio l'italiano standard può essere ricondotto a questo meccanismo. Le vocali medio basse [ɛ ɔ]possono essere rappresentate come prive di un elemento testa, cioè [A, I] *e* vs [A, I] ɛ, [A,U] *o*, [A, U] ɔ; vediamo i contrasti per la serie anteriore e per le vocali di tipo centrale:
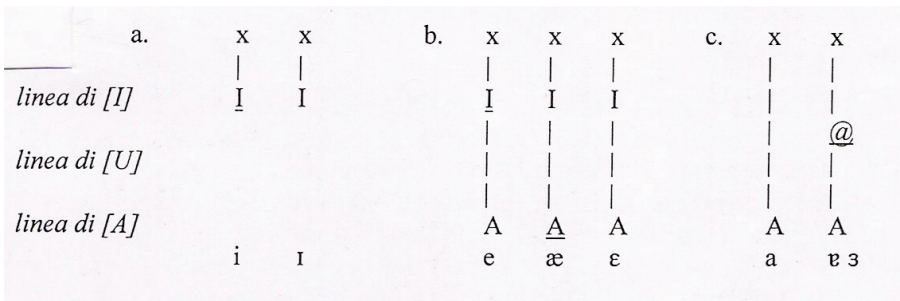
Fig. 13 Rappresentazione degli elementi di alcune vocali dell'italiano

Rappresentazioni delle consonanti:

p [U, ʔ, h]	t [R, ʔ,h]	k [@, ʔ, h]	c [I, ʔ, h]
b [U, ʔ, h, L]	d [R, ʔ,h, L]	g [@, ʔ, h, L]	ɟ [I, ʔ, h, L]
f [U, h, H]	θ [R, h, H]	ʃ [@, I, h]	
s [R, h]	x [@, h, H]		
v [U, h, L]	z [R, h, L]	ɣ [@, h, L]	
β [U, h]	ð [R, h, L]		
m [U, ʔ, L]	n [R, ʔ, L]	ɲ [I, ʔ, L]	
r [R]			
l [R, ʔ]			

(a) a	(b) a:	(c) ay
N – x – [A]	N – x x – [A]	N – x x – [A] [I]
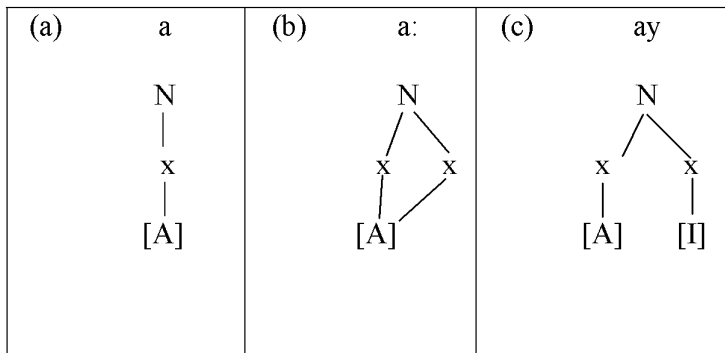
Fig. 14 Struttura per vocali e dittonghi

In base al modello di rappresentazione prosodica assunto, si è concordi nel rappresentare i contrasti di quantità delle vocali negli stessi termini basati sui costituenti della sillabificazione delle consonanti in attacchi e rime. Una vocale corta ha una posizione nucleare, mentre un monottongo lungo o un dittongo hanno due posizioni del genere. Vale a dire che corto implica una struttura nucleare che non ramifica mentre lungo implica una struttura che ramifica (Fig. 14).

In sostanza, le vocali corte sono l'equivalente di consonanti semplici di attacco della sillaba, mentre le vocali lunghe sono l'equivalente di gruppi consonantici di attacco; inoltre il nucleo si assume che sia con testa a sinistra come per gli altri costituenti sillabici. In inglese, virtualmente ogni qualità vocalica può apparire nella prima posizione nucleare; quando la seconda posizione è qualitativamente distinta dalla prima, come in un dittongo, può solo supportare una *off-glide*.

La preferenza per strutture non ramificanti nell'attacco e nella rima si estende al nucleo, indicando che i contrasti di lunghezza nelle vocali sono marcati. Ciò porta a chiedersi se tale preferenza sia manifestata sia nell'acquisizione fonologica che nel disturbo. Nel caso che si confermi un parallelismo, i fenomeni attesi sono: nel caso di gruppi consonantici in attacco costituiti ad esempio, da una ostruente più una risonante, semplificazioni quali perdita della seconda consonante (es. pley > pey) ed
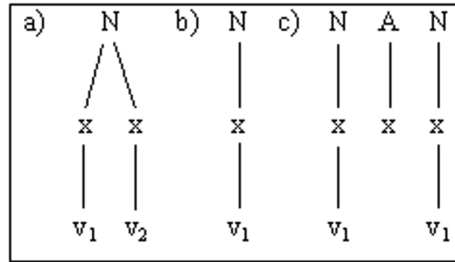
Fig. 15 Ristrutturazione del nucleo sillabico

epentesi di una vocale (es. pley > pəley). Corrispondentemente, nei dittonghi si avrebbe la ristrutturazione di a) in b) o c):

Particolarmente in c) si ha la separazione del nucleo, in quanto la seconda posizione di un nucleo ramificante è preservata attraverso l'assegnazione al nucleo di una sillaba indipendente: un dittongo lungo nel linguaggio adulto sarebbe reso come la sequenza di due vocali corte. Analoghe possono essere le previsioni per i monottonghi lunghi.

Tutte queste alternative sono attestate nell'acquisizione normale; alcuni casi di nucleo diviso si trovano anche in varianti dialettali, rispetto a vocali lunghe:

fi:yə(r) fear fi:yəl feel

Vi sono indicazioni per la presenza del fenomeno ora descritto anche nel disturbo, anche se i dati non sono di immediata interpretazione.

In generale, nel quadro della teoria degli elementi, l'indipendenza formalmente stabilita di melodia e prosodia predice esplicitamente la presenza di disturbi che colpiscono una dimensione con l'esclusione dell'altra. Si può dimostrare, infatti, che aggiunte e omissioni hanno primariamente una base prosodica, mentre sostituzioni e distorsioni sono primariamente di natura melodica. Secondo una linea di pensiero essenzialmente jakobsoniana, la totalità delle alternative non marcate definisce lo stato iniziale nell'acquisizione del linguaggio; il suo sviluppo normale progredisce attraverso il cambio di opzione nel caso in cui il sistema bersaglio mostri di avere l'alternativa marcata. Qualsiasi "guasto" in tale processo di risistemazione darà luogo ad un sistema secondario che è deviante localmente, nel senso che appartiene all'insieme dei sistemi primari universalmente possibili ma è inappropriato in relazione al modello dell'ambiente.

3.4.1 La fonologia articolatoria

Radicalmente diversi sono, invece, gli assunti da cui parte la fonologia articolatoria (Browman e Goldstein 1989, 2000), secondo la quale è possibile decomporre l'azione del tratto vocale durante la produzione del parlato in unità discrete ricombinabili. Dunque i gesti articolatori sono assunti come unità distintive, e la co-articolazione è il risultato della loro sovrapposizione temporale: le unità fonologiche (invarianza) sono astratte rispetto alle variabili acustiche articolatorie, ma non tanto da sfuggire

alla relazione col corpo (il sistema fonatorio) e divenire entità esclusivamente mentali, in quanto si trovano in una relazione naturale con le azioni che regolano il movimento degli organi articolatori. L'ipotesi di fondo, pertanto, è che una descrizione del parlato in termini di gesti articolatori offra strutture che sono in grado di cogliere proprietà sia fisiche che fonologiche.

Entro questo approccio, il parlato è analizzato in una serie di gesti che controllano le azioni di distinti articolatori nel tratto vocale, identificando sei distinti organi: labbra, apice, dorso e radice della lingua, velo, laringe. Questi gesti sono simultaneamente unità di azione e unità di informazione. Sono unità di azione nel senso che ciascun gesto è un sistema neuro-motore dinamico che guida il coordinamento di una serie di muscoli e di articolatori multipli nella formazione di una caratteristica costrizione del tratto vocale. Ad esempio, un gesto di chiusura labiale comporta l'azione coor-
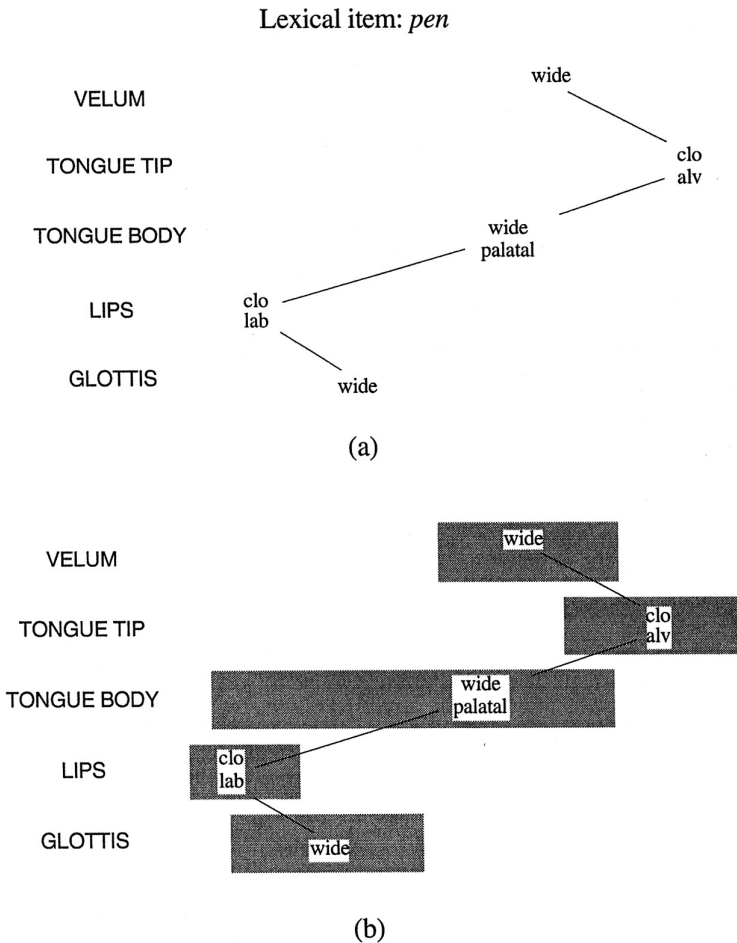
Fig. 16 Schema articolatorio per la parola "pen"

dinata di tre articolatori: labbro superiore, labbro inferiore e mandibola, insieme ad una quindicina di muscoli. Sono unità di informazione nel senso che gesti individuali possono essere usati per distinguere, o contrastare, enunciati gli uni rispetto agli altri, per es. per presenza o assenza di un particolare gesto, oppure per differenze nel luogo e grado di una costrizione gestuale. I gesti articolatori sono, pertanto, elementi atomici all'interno di un sistema combinatorio, soddisfano la proprietà fonologica di creare distinzioni discrete, perché due combinazioni di gesti sono analizzate come fonologicamente distinte se contengono almeno un gesto distinto – ***t**ino* e ***p**ino* si distinguono per il gesto articolatorio iniziale, linguo-laminale in tino e labiale in pino.

La fonologia articolatoria descrive, dunque, strutture gestuali che consistono di una serie di gesti e della specificazione di come essi sono temporalmente coordinati l'uno rispetto all'altro. Si veda l'es. della parola *pen* (Browman e Goldstein 2000) in figura 16.

Qui le righe corrispondono ai distinti articolatori che i gesti possono regolare; le etichette associate a ciascun gesto (clo, alv, per es.) sono abbreviazioni per i valori numerici dei parametri dinamici che specificano la meta di una determinata costrizione; così il gesto apicale (Tongue Tip) alla fine della parola è specificato relativamente al grado di costrizione per un valore che produrrà chiusura completa, e relativamente al luogo di costrizione per un valore che situerà la restrizione all'altezza della cresta alveolare.

Le linee collegano le particolari coppie di gesti, entro la parola, la cui coordinazione è specificata nel modello della struttura gestuale. La coordinazione dei gesti è ottenuta per mezzo di fase: una determinata fase del moto di un membro della coppia accade simultaneamente ad una fase di un altro membro. Dunque la coordinazione è specificata localmente, in una coppia di gesti. Dato ciò, per un enunciato di n-gesti, la specificazione di n-1 coppie determina completamente la struttura temporale di un enunciato: per *pen* ci sono dunque 5 gesti e 4 specificazioni di fase.

Date le specificazioni di fase n-1 e la specificazione dei parametri dinamici intrinseci dei gesti individuali, il modello calcola gli intervalli temporali di attivazione per ciascun gesto. Il risultato è uno spartito gestuale (gestural score); da notare che tali intervalli d'attivazione dei gesti si sovrappongono parzialmente. Mentre le strutture gestuali sono proprietà fisse, lessicali, di una parola, i valori quantitativi dei parametri dinamici dei gesti e le relazioni di fase possono essere scalari, possono cioè essere quantitativamente scalati in funzione di varie condizioni intrinseche all'atto di parola. Lo spartito gestuale riflette questa operazione di scalarità.

Esiste tuttavia un problema con lo spartito gestuale: le relazioni di fase, entro la struttura gestuale di un enunciato, possono differire l'una dall'altra per quanto riguarda la forza del vincolo che impongono alla *sovrapposizione temporale* dei gesti coinvolti. Per fare un esempio: mentre i gesti di costrizione orale per consonanti in posizione di attacco sillabico mostrano poca variabilità nella sovrapposizione, e dunque relazioni di fase altamente vincolate, i gesti consonantici in posizione di coda sillabica e quelli che valicano i confini di sillaba sono significativamente molto più variabili in fatto di sovrapposizione.

In sostanza la fonologia articolatoria accetta come trattabile scientificamente la variabilità che di fatto si ha nel parlato riguardo alla sovrapposizione dei gesti artico-

latori, che spesso è tale da diventare percepibile. Infatti, nel parlato i gesti possono *slittare* l'uno sull'altro fino a produrre la percezione di cancellazioni e assimilazioni consonantiche. Tale variazione comprende anche la presenza di relazioni di fase che sono in competizione, come per esempio la relazione CV che assicura la trasmissione in parallelo di consonanti e vocali e la relazione CC che assicura la ricuperabilità percettiva dei segmenti fonetici.

Al di là di ulteriori dettagli, la questione principale cui tale approccio cerca di dare risposta è in che modo i vincoli fra gli elementi primi della fonologia gestuale, riescano a creare una serie ristretta di strutture stabili più ampie, le cui proprietà sono a fondamento di unità linguistiche quali segmenti, sillabe e costituenti sillabici. L'ipotesi di fondo è che ci si debba basare su principi di auto-organizzazione, che implicano l'emergere spontaneo di un ordine, o invarianza, dalla variabilità dell'input.

Le tendenze universali del linguaggio possono essere spiegate come i risultati di auto-organizzazione determinati dai limiti funzionali di percezione, produzione e apprendimento. Precisamente, l'emergenza, l'apprendimento e le tendenze strutturali universali dei sistemi di suoni sono spiegati come il risultato di interazioni locali tra gli agenti entro una popolazione, ove naturalmente l'imitazione riceve anch'essa un ruolo. I sistemi che emergono possono essere considerati gli attrattori del sistema dinamico che consiste degli agenti e delle loro interazioni.

Col termine *attrattore*, ci troviamo di fronte alla possibilità di collegare l'ipotesi che stiamo percorrendo a quel tipo di neurodinamica che viene esplorata e proposta da studiosi come Freeman (2000). Le popolazioni di neuroni sono considerate assai simili agli insiemi macroscopici di molti sistemi complessi, e in particolare non strutture anatomiche fisse, ma piuttosto «configurazioni dinamiche di attività, come le nuvole e i vortici». Il comportamento degli elementi microscopici – i singoli neuroni – è vincolato dall'insieme in cui sono inseriti, e dunque è impossibile comprendere il comportamento microscopico senza fare riferimento alle configurazioni macroscopiche di attività. Nel trattare la transizione da sensazione a percezione, è ben nota la variabilità insita in ogni modalità sensoriale – ad esempio i suoni cambiano con la posizione delle orecchie – ma nonostante ciò il cervello mostra di essere in grado di generalizzare a partire dalle variazioni insite nelle presentazioni sensoriali ripetute e dunque di poter astrarre alcune proprietà comuni. Il cervello generalizza formando una configurazione macroscopica di attività che comprende il piccolo numero di neuroni che fanno arrivare l'attività al cervello e molti altri neuroni. Le configurazioni di attività create nell'ambito delle popolazioni di neuroni si correlano ad alcune proprietà rilevanti: si ha un'attività di fondo autostabilizzante, mantenuta dall'eccitazione reciproca tra diversi tipi di neuroni; le configurazioni sono cerebralmente dipendenti dal contesto, dalla storia e dal rilievo nella misura in cui non godono della proprietà di invarianza. In altre parole, ci troviamo di fronte ad un approccio che propone come cruciale la generazione di attività dinamica caotica per spiegare com'è che deriviamo medesimezza di comportamenti e di conoscenza da configurazioni che sono in continua deriva dove dunque il disordine (e non l'ordine) è il parametro fondamentale. Non occorre ipotizzare nessun sistema pre-ordinato, per trattare la variazione, è sufficiente adottare come quadro teorico una neurodinamica caotica.

4. Acquisizione della fonologia

Partendo dalla considerazione delle unità del parlato (capitolo 3), quali fonemi o tratti, come categorie, l'identificazione fonemica o fonetica è essenzialmente un processo di categorizzazione che deve superare uno scoglio fondamentale, la mancanza di invarianza che caratterizza l'onda sonora dal punto di vista fisico-acustico. Pertanto, si tratta di vedere quale ipotesi può rendere conto del fatto che il/la bambino/a che stanno apprendendo la loro lingua materna, divengono capaci di trattare come equivalenti e dunque appartenenti allo stesso insieme categoriale collezioni di caratteristiche che presentano variazioni rispettive. Naturalmente, come abbiamo già visto, i tratti distintivi sono una rappresentazione astratta dei gesti articolatori: il tratto vocale non si sposta istantaneamente da una posizione all'altra ed il parlato continua ad essere prodotto mentre il tratto vocale si trova tra le posizioni bersaglio. Questo ha il noto effetto di propagare l'output associato con un particolare tratto in un particolare fonema oltre il tempo. Quindi il problema è se l'identificazione delle caratteristiche fonetiche e dei fonemi è basata su questi elementi contestualmente varianti o se invece ci sono caratteristiche acustiche invarianti che sono usate nell'identificazione dei suoni individuali. È indubbio che per un approccio di tipo innatista, il problema si risolve nei termini di una dotazione genetica innata, che fa sì che ciascun modulo o processore relativo ai diversi componenti del linguaggio possegga i "contenuti" mentali che lo rendono capace di applicarsi immediatamente in modo analitico all'input che riceve. Secondo Jackendoff (1998), dato che il linguaggio parlato è codificato nel cervello come una sequenza di configurazioni basate sui tratti distintivi, possiamo pensare tali tratti come parte della G.U. che fornisce sia un menù di suoni linguistici sia le relazioni tra questi suoni, sulla base dei tratti condivisi. Nell'apprendere una lingua, un bambino seleziona un certo numero di suoni linguistici da questo menù sulla base dei dati che riceve dall'ambiente, stabilisce cioè delle corrispondenze; scelti questi suoni, il bambino sa già in modo inconscio come organizzarli, per esempio quali sono sonori e quali no, quali sono prodotti con la punta e quali col retro della lingua. Tale classificazione rende possibile comprendere i principi che governano le regolarità della pronuncia.

Dal punto di vista della percezione uditiva, anche in questo caso la gamma delle variazioni di frequenza è ampia, basti considerare le differenze nelle dimensioni delle corde vocali e nell'anatomia dell'apparato vocale. Il processo di percezione uditiva sembra analizzare il segnale acustico in tre fattori separati, ma simultanei: chi sta parlando (riconoscimento vocale), cosa il parlante sta dicendo (percezione del linguaggio), come ci viene detto (il tono di voce o lo stato emotivo del parlante). Ciascuno di questi fattori, dice Jackendoff, sembra che sia identificato da un modulo distinto del cervello; infatti ciascuno di questi fattori può venire a mancare a causa di lesioni cerebrali, lasciando intatti gli altri. L'idea è che ci siano tre diversi processori specializzati: il processore linguistico riguarda i segmenti linguistici, il riconoscimento vocale riguarda la miscela di frequenze che identifica la voce di chi parla, mentre il riconoscimento emozionale riguarda le variazioni di frequenza che caratterizzano il tono di voce.

Se però la questione viene posta in un'ottica non strettamente innatista, è indubbio che diviene cruciale elaborare ipotesi in grado di spiegare i processi attraverso i

quali l'apprendente di lingua materna diviene capace di segmentare in unità discrete il continuum fisico-acustico con cui si presentano i suoni del linguaggio, e di produrre una rappresentazione categoriale del parlato. Esaminiamo alcune di tali ipotesi, anche alla luce dei mutamenti anatomici che interessano il sistema fonatorio nel corso del primo anno di vita dell'infante e delle caratteristiche generali che definiscono percezione e produzione della lingua materna nello stesso periodo.

4.1. Produzione e percezione: linee evolutive

Per quanto riguarda la percezione della lingua parlata, vi sono ormai dati sufficienti per ritenere che già nell'ultimo trimestre della gestazione, il feto può sentire i suoni esterni che variano da 4 Hz, fino a 250 Hz, dove spesso cade la frequenza fondamentale della voce di una donna adulta. I neonati preferiscono ascoltare la voce della propria madre piuttosto che quella di un'altra donna, dunque il bambino nasce pronto all'acquisizione del linguaggio orale. Infatti allo stesso tempo il neonato sembra preferire l'ascolto di suoni linguistici rispetto ai suoni non linguistici, e tende a vocalizzare molto di più mentre li ascolta, suggerendo che nel sistema nervoso vi sia un legame acustico-motorio innato. Per questi esperimenti sui neonati si usa l'orientamento riflesso, vale a dire quando l'infante percepisce una variazione sonora nell'ambiente tende ad interrompere l'attività in corso per prestare attenzione al nuovo stimolo. Un aspetto misurabile è dato dalla variazione delle pulsazioni cardiache, dove il parametro di confronto per verificare le variazioni è il numero delle pulsazioni del bambino in assenza di stimolo. Infine, un'altra metodica è data dalla suzione. Per mezzo delle tecniche di orientamento riflesso, si è dimostrato che i bambini al di sotto dei 6 mesi di età sono in grado di discriminare un discreto numero di indici acustici che identificano i fonemi. Questi comprendono il VOT e la frequenza delle formanti relative al luogo di articolazione delle consonanti occlusive e liquide e delle vocali; non sono discriminati con altrettanta facilità, invece, gli indici relativi all'alta frequenza delle formanti relative al luogo di articolazione delle fricative. Inoltre, l'infante sembra anche maggiormente propenso/a a guardare più spesso l'immagine del volto che corrisponde all'articolazione del suono che ode. La capacità di distinguere il VOT al limite dei 20 msec è dato, secondo alcuni studiosi, da particolari caratteristiche di risposta del sistema uditivo, in particolare le persone rispondono a stimoli acustici superiori a 50 cicli al secondo perché li percepiscono come tono acustico, mentre al di sotto li percepiscono come rumore, dunque quella è la frequenza periodica che ha una qualità tonale; questo limite corrisponde al limite di 20 msec di VOT.

Si chiama *riallineamento* l'aggiustamento che il bambino opera su quelle abilità discriminatorie dell'input acustico che però non corrispondono a distinzioni presenti nel linguaggio materno, mentre si chiama *attenuazione* o *perdita* il processo per cui decade un contrasto fonologico che manca nella lingua materna (vedi la distinzione tra [l] e [r] all'interno di sillabe nel giapponese, lingua notoriamente priva di tale differenziazione).

Sulla base delle osservazioni compiute, pare che un importante grado di categorizzazione fonetica si sviluppi verso i 12 mesi di età, età in cui il riallineamento sembra

già avvenuto. Dai 18 mesi in poi i bambini iniziano ad elaborare la loro conoscenza concettuale e a far corrispondere le forme linguistiche appropriate a tali concetti; questo sviluppo avviene entro la lingua d'uso e dunque il bambino dimostra di capire e usare certe forme linguistiche in situazioni già sperimentate, ma non in situazioni nuove per lui. Il bambino a questo stadio risulta essere molto più attento alla struttura fonetica del linguaggio ma lo fa con le parole che ricorrono più frequentemente nel suo ambiente.

Riassumendo, la sequenza evolutiva della percezione dei suoni sembra essere la seguente:

- da 0 a 6-10 mesi il bambino estrae dal segnale acustico l'informazione corrispondente a caratteristiche fonetiche universali e quindi anche a caratteristiche fonetiche che non sono presenti nella lingua materna;
- da 6-10 mesi a 18-24 mesi i bambini cominciano a riconoscere le categorie fonetiche specifiche della lingua materna. Verso i 12 mesi l'abilità sembra già collimare con la lingua materna (vedi riallineamento);
- dai 18-24 mesi ai 4-5 anni: verso i 18 mesi i bambini cominciano a riconoscere i contrasti linguistici funzionali della lingua materna, e lo fanno più facilmente per parole che conoscono;
- dai 5-6 anni comincia ad apparire la conoscenza (consapevole) dei fonemi come unità discrete, combinabili e commutabili, e questa conoscenza è il prerequisito per l'alfabetizzazione.

Per quanto riguarda lo sviluppo articolatorio e fonologico, occorre innanzitutto considerare che può esserci una forte variabilità intersoggettiva nei tempi di inizio di ciascuno stadio dello sviluppo della capacità di produrre i suoni della lingua materna – intendendo per stadio l'insorgere di una nuova combinazione di comportamenti. Tuttavia, è possibile individuare alcune linee generali nello sviluppo fonologico, e quindi riferirle allo sviluppo linguistico più generale.

Durante il primo anno di vita parte dello sviluppo dei suoni linguistici sembra essere correlato con l'evoluzione fisiologica. Durante i tre anni successivi, il bambino passa ad ampliare il repertorio dei suoni, quindi a sviluppare le categorie di sillaba e di fonema, e via via procede verso un utilizzo dei suoni sempre più vicino a quello dell'adulto. Anche dopo i 6 anni il coordinamento motorio del bambino continua a migliorare, fino alla pubertà con cui coincide il raggiungimento del controllo motorio adulto.

Le caratteristiche anatomiche del tratto vocale alla nascita rendono impossibile al neonato di produrre la maggior parte dei suoni adulti. Infatti, il tratto vocale del neonato è simile a quello dello scimpanzé, giacché possiede una cavità quasi dritta dalla bocca all'esofago. La piegatura del tratto è quasi assente, dunque non c'è cavità faringea, pertanto gli manca il sistema a doppia cavità per produrre la gamma dei suoni vocalici. Inoltre, il velo palatino nel neonato va a toccare l'epiglottide, in condizione di riposo; pertanto questo contatto crea una chiusura tra le cavità nasali e quelle vocali, così la cavità orale conduce direttamente all'esofago e la cavità nasale direttamente ai polmoni, impedendo così che il bambino inali liquidi o altro in trachea. La cavità orale del bambino è anche relativamente piatta in confronto all'adulto, limitando così

lo spazio di movimento della lingua; ad esempio, limita la possibilità di sollevare la lingua e dunque non è in grado di produrre le varietà vocali che discriminano tra /i/ - /a/- /e/.

Oller, in uno studio del 1980, individuò i seguenti stadi dello sviluppo dei suoni nel periodo preverbale.

Il primo stadio è detto della *fonazione* – dalla nascita al primo mese di vita – e sono prodotti raramente suoni linguistici, piuttosto sono prodotti i cosiddetti nuclei quasi risonanti, chiamati così perché sono prodotti con la vibrazione della laringe, ma siccome il velo palatino e la laringe sono nel neonato vicine, tali vibrazioni possono risuonare solo attraverso le cavità nasali. Tali suoni sono descritti come nasali sillabiche o vocali nasalizzate alte e medie.

Il secondo è lo stadio dei *suoni gutturali* – goo state – dove i nuclei quasi risonanti sono più o meno gli stessi, però compaiono anche suoni a costrizione posteriore. Sembrano suoni consonantici più lenti rispetto a quelli prodotti dagli adulti.

Il terzo stadio inizia circa a 4 mesi, è chiamato stadio di *espansione* ed è descritto spesso come il periodo del gioco vocale, durante il quale il bambino sperimenta un ampio repertorio di suoni. Questo stadio è da mettere in relazione con i cambiamenti anatomici del tratto vocale, i nuclei di risonanza diventano completi, e si parla di nuclei pienamente risonanti. Si tratta di suoni orali di tipo vocalico, aperti; per produrre questi suoni il bambino deve essere in grado di separare la cavità nasale da quella orale. Infatti verso i 4 mesi la laringe tende ad abbassarsi, a posizionarsi nel collo, e conseguentemente si ha la separazione tra velo palatino e laringe; questa situazione permette all'aria che viene dai polmoni di fuoriuscire dalla cavità orale piuttosto che da quella nasale. Inoltre, l'abbassamento della laringe aumenta l'ampiezza della stessa cavità e viene così favorita la produzione di vocali più simili a quelle degli adulti. Siccome l'aria può fluire attraverso la bocca, in quanto può essere isolata dalle cavità nasali, diventa possibile accumulare pressione nella cavità orale. Ecco che si producono le cosiddette pernacchie, vale a dire un "trill bilabiale" prodotto forzando l'aria attraverso le labbra che si aprono e si chiudono molto velocemente. Il processo è molto simile a quello che riguarda le corde vocali in fonazione. C'è poi un'altra classe di suoni che richiede la chiusura tra cavità nasale e orale, vale a dire i gridolini; essi richiedono una buona coordinazione tra sistema respiratorio, che dà la pressione dell'aria, e la laringe, che fornisce la fonte sonora. Ci sono poi i borbottii e gli strilli, dovuti anch'essi allo sviluppo della fonazione laringea. Gli strilli riguardano rapidi aumenti della frequenza fondamentale, i borbottii, invece, diminuzioni della frequenza. Entrambi questi suoni sono prodotti grazie all'abbassamento della laringe nel collo, giacché grazie a questo mutamento anatomico i muscoli estrinseci della laringe sono in grado di alzarla e abbassarla, alterando così la tensione delle corde vocali.

Verso la fine dello stadio di espansione, cioè verso i 6 mesi, il bambino comincia a produrre le *lallazioni marginali*: emesse con l'alternanza di consonanti a nuclei risonanti completi, ma assai più lente delle transizioni CV dell'adulto. Lo stadio successivo è della *lallazione canonica*, che inizia intorno ai 7 mesi. La transizione consonante vocale comincia ad acquistare le caratteristiche temporali della lingua adulta. Il bambino è sempre più capace di far seguire ad ostruzioni del cavo orale le aperture vocali. Sono vere e proprie sillabe, che spesso per il genitore identificano le

prime parole. La sillaba è inoltre ripetuta in sequenza, e si possono avere anche più iterazioni della stessa sillaba.

Verso i 10-12 mesi si ha l'ultimo stadio preverbale denominato *lallazione variata*, che espande la lallazione canonica con una grande varietà di suoni consonantici e vocalici. A questa età spesso i bambini producono lunghe sequenze di sillabe che includono una notevole varietà di accenti e intonazioni; si tratta delle *inflessioni vocaliche*, vale a dire quelle emissioni sonore che sembrano frasi composte da parole non identificabili. La sequenza sillabica predominante è CV o CVCV; alla fine del primo anno di vita il bambino è in grado di produrre anche sequenze VC o CVC.

4.2. Percezione e teorie più recenti

Occupandosi dei processi di percezione del linguaggio, Eimas (1996) sottolinea che possiamo rendere conto della rappresentazione categoriale del parlato da parte del bambino, già ad 1 mese di età, se consideriamo i processi attraverso i quali viene estratto un percetto identico da segnali fisicamente differenti. Inoltre occorre capire quando questi meccanismi di processing diventano funzionali e come cambiano, se lo fanno, durante il corso dell'ontogenesi. Vi è un primo dato rilevante: fin dal primo mese di una percezione categoriale, vale a dire che molte varianti acustiche sono applicate su una singola categoria linguisticamente rilevante. Tuttavia i vari studi che confermano la natura spontanea categoriale della percezione del parlato non ci dicono se la rappresentazione è linguistica e, qualora lo sia, quale ne sia la forma, se a livello di tratti, di segmenti o di sillaba. I dati relativi agli effetti del contesto sulla capacità discriminatoria sono molto interessanti perché mostrano che anche il collegamento molti-a-uno – dalla variabilità fisico-acustica alla invarianza categoriale – non è stabile, neppure nel caso degli adulti. Per esempio, il contesto fonetico può influire sulla identificazione delle transizioni delle formanti nei contesti CV: certe transizioni sono discriminate quando sono precedute da un rumore fricativo neutro (non informativo) e sono udite dagli adulti come [fa] e [θa]; quando il rumore è assente, entrambi i suoni sono uditi come [ba] e non vengono discriminati. Analogo risultato, inerente la discriminazione, è trovato in bambini di 6-12 settimane per quanto riguarda la durata del silenzio che precede le transizioni delle formanti in posizione sillabica media. In generale, prove di questa mutua influenza sono state trovate sia nell'adulto sia nell'infante di 3-4 mesi di età, perciò i molteplici segnali per il parlato derivano la loro efficacia percettiva, sia per gli adulti sia per gli infanti, non dall'essere distintivi acusticamente, ma dal modo in cui specificano rappresentazioni categoriali presumibilmente di tipo fonetico. In sostanza per Eimas alla base del processing è necessario ipotizzare un modulo, o comunque specifici processi alla percezione del parlato.

Se i bambini mostrano comportamenti discriminatori similari a quelli degli adulti, ed in particolare le categorie vocaliche già a 6 mesi hanno una struttura prototipica, che risente della lingua parlata nell'ambiente familiare, questo è prova di un effetto del linguaggio sul processing fonetico assai precoce. Oltre a ciò, l'abilità di discriminare i contrasti diminuisce se non si tratta del parlato dei genitori, e questo andamento si evidenzia intorno ai 10-12 mesi. In sostanza, intorno ai 6 mesi il bambino comincia

ad essere reattivo nei confronti della lingua che si parla nella sua famiglia, e nella lallazione intorno ai 10 mesi la produzione delle vocali riflette la distribuzione delle vocali della lingua genitoriale. Inoltre, tra i 9 e i 19 mesi la distribuzione delle consonanti nella lallazione e poi le prime parole riflettono la distribuzione delle consonanti riguardo al luogo e modo di articolazione nella lingua genitoriale. Dunque l'influenza della lingua familiare è rilevante durante il primo anno di vita. Più in generale molti studiosi concordano nell'individuare nel livello prosodico il fattore determinante che facilità il riconoscimento delle unità linguistiche da parte dell'infante (cfr. capitolo 11.3.). Infatti, le procedure mediante le quali diviene possibile segmentare il parlato possono differire in ragione delle caratteristiche specifiche delle singole lingue, ma vi è una corrispondenza sottostante in quanto queste procedure possono essere interpretate come esplicazione del ritmo caratteristico del linguaggio. Dunque la struttura prosodica, nella forma del ritmo della lingua, è ciò che conduce alla capacità di segmentare il continuum fisico-acustico.

Parallelamente, sul versante della produzione delle prime parole agisce un principio di *restrizione della parola minima*, anch'esso di natura prosodica (Demuth 1996). Il piede binario forte/debole identifica la struttura linguistica essenziale nelle produzioni iniziali, pertanto l'infante sembra dare priorità alla buona formazione ritmica per i propri enunciati (cfr. 11.3.).

4.3 Fonologia emergente: sviluppo articolatorio e fonologico

L'elaborazione di ipotesi per spiegare come i bambini sviluppano il sistema dei suoni della loro lingua nativa riceve da Lindblom (2000) una risposta particolare. In generale, la capacità dimostrata dai bambini di dar luogo a rappresentazioni linguistiche invarianti libere dal contesto, a fronte di una considerevole variabilità nella realizzazione dei suoni, era assunta come argomento a favore di una ipotesi mentalista. Vale a dire, la sostanza del linguaggio era considerata il livello superficiale cui sottostava un livello formale astratto di rappresentazione mentale – cioè scevra dalle variazioni contestuali di realizzazione del suono linguistico – che identificava le unità fonologiche invarianti. Per Lindblom proprio l'osservazione del comportamento del bambino nel corso dell'acquisizione porta a formulare la necessità di un differente paradigma, che parta dalla messa in dubbio proprio della priorità della forma sulla sostanza. Viene ad essere così elaborata una teoria di *fonologia emergente*, con la quale si assume che la struttura fonologica non sia prespecificata geneticamente, ma piuttosto dedotta dall'esperienza sulla base di una conoscenza iniziale ridotta all'essenziale. Per quanto riguarda la percezione, la struttura fonologica si può fondare non più su una assunzione nativista, quanto piuttosto su una forma di computazione che emerge da un'esperienza cumulativa che consente il formarsi di categorizzazioni radicate nel ripresentarsi di regolarità statistiche nel segnale del parlato. Di fatto, la variabilità dei segnali del parlato è estesa, ma anche assai sistematica, nel senso che è una variabilità che può essere disambiguata in ragione dell'informazione che via via si accumula e che fa sì che compaiano gradualmente le «co-variazioni sistematiche

tra le dimensioni degli stimoli». Dal punto di vista della produzione, la capacità di articolare suoni linguistici si può ricondurre a movimenti articolatori basilari, come aprire/chiudere la mandibola, guidati dalla condizione del minimo costo energetico. Ad esempio, un'apertura e chiusura della mandibola combinata con la fonazione produce un'esecuzione quasi-sillabica simile a [bababa], vale a dire qualcosa che assomiglia alla lallazione canonica iniziale. Sono, dunque, gli schemi articolatori a costituire la strategia di bootstrapping; essa favorisce l'emergere di movimenti articolatori che ricevono sollecitazioni anche dalla via della imitazione vocale, costituente quel rinforzo ambientale che porta il bambino a fissare legami percettivo-motori fondanti la categorizzazione.

Studdert-Kennedy (2000), a sua volta ritiene che i segmenti fonetici discreti sono strutture gestuali che emergono ontogeneticamente da un processo di imitazione vocale in cui è fondamentale anche il movimento corporeo, non solo quello vocale, ed ha un ruolo anche l'imitazione del gesto facciale di un altro con cui l'infante sia «strutturalmente e funzionalmente isomorfico». È, in fondo, il rapporto empatico identificato da Trevarthen, la consonanza corpo/mente tra bambino/a e chi ne ha cura. L'unità linguistica iniziale è la parola olistica: anche se è prodotta come una sequenza di gesti discreti, tuttavia tali gesti ancora non sono rappresentati come elementi fonetici indipendenti che possono essere usati liberamente in altri e differenti contesti: «come una conseguenza automatica di ordinare e ammucchiare parole simili foneticamente, emergono i gesti indipendenti, e modelli ricorrenti di gesti co-occorrenti sono gradualmente integrati nei segmenti» (Studdert-Kennedy 2000: 280). Intorno agli 8 mesi, pertanto, l'infante produce entità indifferenziate, che vengono percepite come enunciati simili alla struttura sillabica CV, che consistono di fatto di suoni come-consonante, come-vocale, che variano ciclicamente da una posizione chiusa (la consonante) ad una posizione aperta (la vocale). Tale ciclicità, appunto, viene attribuita alla semplice oscillazione della mandibola, e la vocale alla posizione di riposo della lingua. I gesti sono poi indirizzati dalla salienza nel segnale uditivo dell'informazione relativa al luogo di articolazione, mentre la temporalizzazione o l'amplitudine del gesto sembrano essere occasione di maggiori errori da parte dell'apprendente. Dunque, il gesto come unità indipendente di funzionamento del linguaggio nell'apprendente riporta l'emergere ontogenetico del linguaggio da un lato all'intersoggettività come elemento cruciale per l'acquisizione, e dall'altro, attraverso il richiamo ai *neuroni specchio* di Rizzolatti, all'organizzazione somatotopica a base neuroanatomica del meccanismo legato alla vocalità del linguaggio.

Per quanto concerne in particolare i neuroni specchio, collocabili entro un'area frontale corrispondente all'area di Broca[13], essi sono attivi sia quando un'azione viene eseguita sia quando essa viene osservata, specificamente riguardo sia al sistema visivo che al sistema audiomotorio. Di fatto i neuroni specchio mappano «le azioni osservate sugli stessi circuiti nervosi che ne controllano l'esecuzione attiva» (Gallese 2003: 36). Di conseguenza permettono di avere la rappresentazione di una determinata azione

[13] Tali neuroni sono stati inizialmente scoperti nei primati, esattamente nell'area F5 dei primati dove sono stati localizzati i 92 neuroni specchio attivi all'interno di un sistema visuo-motorio e i 63 attivi in un sistema audio-motorio; tale area pare sia omologa alla parte posteriore del giro frontale inferiore dell'emisfero sinistro negli esseri umani, all'area di Broca.

reale, sia essa linguistica o comportamentale, che nel processo di comprensione simula allo stesso tempo l'esecuzione della stessa azione. Per quanto riguarda in particolare il linguaggio, dunque, la popolazione di neuroni specchio attivata per la produzione o la comprensione di un determinato suono linguistico risulta essere la medesima, e dunque i suoni linguistici vengono percepiti ugualmente a come essi vengono prodotti.

Il processo di sviluppo, pertanto, parte da sillabe olistiche e indifferenziate iniziali, e procede verso una graduale emersione di C e V come unità indipendentemente controllabili attraverso un processo di differenziazione progressiva che giunge alla separazione segmentale di C e V. Di conseguenza, si tratta di un processo che implica una progressiva diminuzione della co-articolazione in concomitanza con l'aumento della distintività segmentale. Con la maturazione, il bambino impara a ridurre la co-articolazione attraverso l'acquisizione della capacità di separare i gesti articolatori di organi che sono anatomicamente non indipendenti e di coordinarli temporalmente. Infatti, da uno studio sulla co-articolazione CV in una bambina dai 7 ai 40 mesi (Sussman et al. 1999) è emerso che intorno ai 17 mesi la co-articolazione è massima nel contesto di /g/, minore per /d/ e ancora inferiore per /b/; intorno ai 37 mesi, invece, si verifica un aumento dell'effetto di V su /b/ e una diminuzione dell'effetto di V su /d/, vale a dire con un andamento simile a quello adulto. Di conseguenza la maturazione porta il/la bambino/a, a dover imparare ad aumentare, in alcuni contesti, la co-articolazione e dunque ad acquisire la capacità di coordinare dei gesti articolatori indipendenti producendo un accrescimento della loro sovrapposizione temporale. Anche da uno studio su un bambino italiano di 37 mesi (Farnetani 2003) è emerso che nei bambini è presente, comunque, una maggiore co-articolazione che negli adulti e che tale dato deve probabilmente essere messo in relazione anche con la maturazione articolatoria che avviene nel periodo, e che perciò induce nell'apprendente un maggiore controllo motorio, da cui deriva la diminuzione degli effetti di co-articolazione e l'aumento della capacità di distinzione segmentale, incentrata sulla separazione spaziale e temporale del gesto consonantico dal gesto vocalico in sillaba CV.

4.4. Alle origini della parola: dalla musica al parlato

Sulla base di quanto fino ad ora osservato, può essere interessante interrogarsi sui processi di percezione e produzione del suono che precedono la comparsa di unità di tipo propriamente linguistico a struttura sillabica, e più in generale, sul rapporto fra il periodo cosiddetto prelinguistico ed il periodo linguistico nello sviluppo del linguaggio, vedendo quale possa essere eventualmente il rapporto fra i differenti tipi di vocalizzazioni che compaiono nell'arco del primo anno di vita circa.

Nel giro di poche ore dalla nascita il bambino dimostra una preferenza per la voce della madre rispetto alla voce di una qualsiasi altra donna: i tratti distintivi di tale voce erano stati appresi in utero, e da lì inizia a costruirsi nel bambino il riconoscimento e la preferenza per questa «compagna di comunicazione» in quanto l'attaccamento emotivo tra madre e figlio/a inizia prima della nascita. Di conseguenza dobbiamo ritenere che tale precoce capacità di ricezione dell'espressività umana sia resa possibile da strutture cerebrali innate dedicate alle emozioni e ai loro mutamenti dinamici;

non è pensabile che esse siano interamente apprese. L'infante si dimostra capace di discriminare accento di intensità, sonorità, intervallo armonico, e qualità della voce, oltre a schemi di temporalità (Trehub et al. 1993).

Già a sei settimane dopo la nascita il/la bambino/a ha progredito nella prontezza visiva, nella stabilità posturale, ed è in grado di tenere gli occhi fissi in quelli della madre quando lei si china verso di lui/lei parlando dolcemente; a sua volta l'attenzione acuita dell'infante fa sì che la madre si rivolga al figlio/a in modo più vivace, stia attenta ai suoi mutamenti di espressione e quindi cerchi di rispondere in modo adeguato alle manifestazioni di sentimenti che è in grado di esprimere. Secondo Trevarthen, attraverso il passaggio di espressioni emotive in entrambe le direzioni si instaura uno stretto contatto mentale, col formarsi di un gioco reciproco che si organizza in una coerente esecuzione a due, chiamata *protoconversazione*, in ragione del fatto che genera espressioni che tendono ad alternarsi, dalla mamma al bambino e viceversa[14].

Viso, apparato vocale, mani, braccia sono coinvolte in questo scambio comunicativo sintonizzato; tanto la madre quanto il bambino regolano la scansione temporale, la forma e l'energia delle loro espressioni in modo da raggiungere la sincronia degli scambi comunicativi e la complementarietà delle sensazioni, delle emozioni, così da dar luogo ad una vera e propria confluenza. Si tratta di una forma di contatto umano dinamico, che il bambino è in grado di gestire emettendo vocalizzi, movendo labbra e lingua in una sorta di pre-parlato, gesticolando con le mani in modo sincrono con le altre manifestazioni. "Le frasi" del bambino sono così associate a rotazioni del capo, a movimenti delle sopracciglia, e a brevi allontanamenti dello sguardo dalla madre; dunque le protoconversazioni godono di caratteristiche paralinguistiche analoghe a quelle delle conversazioni adulte. L'aspetto più rilevante è che madre e bambino sono uniti da un unico e identico ritmo e si alternano su una battuta ogni 0.9 secondi (adagio), in cui l'uno ascolta i suoni emessi dall'altro rispondendo a turno in ragione delle caratteristiche prosodiche. La madre si riferisce alle manifestazioni espressive del bambino come se parlasse davvero, e le espressioni vocali più lunghe emesse dai bambini durano 2 o 3 secondi, cioè l'equivalente del tempo impiegato da un adulto per produrre una breve frase. Le analisi compiute sulla scansione temporale dei cambiamenti del contatto madre-bambino mostrano che lo scambio comunicativo è controllato da entrambi, sulla base di dinamiche corrispondenti e transizioni simili tra gli stati d'animo e le espressioni. Pertanto, possiamo concludere che le protoconversazioni sono in grado di innescare sistemi coordinati nei due individui coinvolti nello scambio comunicativo; essi trovano sfogo espressivo attraverso il movimento simulta-

[14] Naturalmente la posizione di Trevathen parte da un assunto sul problema dell'autocoscienza assai diverso da quello di gran parte degli psicologi contemporanei. Egli trova del tutto artificiale l'idea di una intersoggettività che inizi solo a partire dal sesto mese di vita; per lui la capacità di distinguere tra sé e l'altro è presente ancor prima della nascita. L'intersoggettività umana e l'apprendimento, considerati in stretta relazione, sono «radicati nella neurobiologia evolutiva dell'infante». Fin dalla nascita è a disposizione un meccanismo pronto ad entrare in relazione con le emozioni espresse dall'adulto e che genera il bisogno organismicamente dato per un partner, in quanto ogni mente ha la necessità di una persona oggetto emotiva. Parimenti le protoconversazioni dimostrano che il bambino nasce dotato di un sé perfettamente adeguato, ove la distinzione tra sé e l'altro non si ritiene acquisita, perché nel comportamento infantile Trevathen non vede nessun cambiamento che possa far pensare ad un successivo sorgere di autocoscienza che renda diversa la comunicazione.

neo di diversi organi, e così generano un contatto, una sorta di regolazione reciproca che ha l'effetto ulteriore di intensificare gli stati motivazionali centrali.

4.5. Trevarthen e la musicalità

La musicalità è, secondo Trevarthen (1999), alla base del comportamento motorio umano, identifica l'impulso ritmico a vivere, muoversi e comunicare con un altro da sé, attraverso la condivisione di ritmo, forme melodiche e armonia. In generale il movimento ha funzioni intersoggettive nelle specie sociali, in quanto può anticipare o regolare il comportamento dell'altro, e proprio nei processi di anticipazione percettiva del cervello ha origine la necessità bio-meccanica del ritmo, del valore ritmico dei movimenti; ma non solo, esso è anche radicato in un contesto in cui è fondamentale la relazione simpatetica con i movimenti di un altro da sé. Se parliamo delle prime vocalizzazioni dell'infante nello scambio comunicativo che intrattiene con la madre o chi ne ha cura, ci rendiamo conto che tali vocalizzazioni sono tessute sulla musicalità identificante i processi che connettono in un duettare emozionale madre e infante. Ritmo e melodia legano due esseri umani in un'attività motoria che è simultaneamente fenomeno inter-mentale e inter-soggettivo, ove il significato è eminentemente la condivisione emotiva di un'esperienza sociale. Alla base della musicalità si trovano caratteristiche quali la temporizzazione, l'espressione di emozioni e l'empatia intersoggettiva: sono questi i segni, secondo Trevarthen, che spingono in modo innato ogni infante a cercare un partner e a coordinare il limitato repertorio dei propri movimenti alla musicalità delle espressioni materne fatte non solo di suono, ma di sollecitazioni sensoriali multimodali.

I dati empirici relativi all'osservazione dello scambio comunicativo tra madre e infante entro le 6 settimane di vita mostrano che ciascun enunciato dell'infante, fatto di vocalizzazioni, movimenti delle labbra e della lingua, movimenti delle mani, dura circa 2 o 3 secondi, giusto il tempo per un adulto di emettere un sintagma o una frase breve. Le fonazioni individuali dell'infante durano circa 0.75 secondi, un tempo comparabile a quello di una sillaba; l'alternarsi dei turni procede da una battuta ogni 900 msec a circa 6 settimane di vita, per accelerare a una battuta in 700 msec a circa due mesi. Malloch (1999), in particolare, ha esaminato anche mediante analisi spettrografica la produzione vocale di infanti individuando alcune componenti cruciali della musicalità: pulsazione, qualità e narratività. La pulsazione, in quanto successione regolare di eventi espressivi nel tempo, evidenzia che a due mesi di età, l'unità di tempo che divide naturalmente le emissioni vocali di madre e figlio/a è un intervallo di 0.68 secondi, e l'unità comunicativa di respiro, oltre la quale compare un breve spazio di silenzio, è data da tre di queste unità che costituiscono un intervallo più ampio di 2,93 secondi. Tale misura temporale si riconferma presente in diverse protoconversazioni esaminate, e costituisce dunque il ritmo, l'intervallo temporale regolare che serve a coordinare le vocalizzazioni tra madre e bambino/a. La qualità è la dimensione su cui si misurano sia l'altezza delle vocalizzazioni che il loro timbro; da un lato vengono evidenziati i contorni melodici dati dal tracciato degli accenti di intensità formati da cicli regolari di 20-25 secondi da parte della madre e dall'inserimento su questo

tracciato delle vocalizzazioni dell'infante con propri picchi accentuali che cercano di riprodurre l'andamento materno. Dall'altro lato il timbro viene descritto mediante una varietà di misure acustiche quali il valore di acutezza, intensità, durezza e altezza, così vengono calcolate le armoniche alta e media ed individuati i mutamenti nella qualità della voce della madre dopo ogni vocalizzazione da parte dell'infante; mutamenti che paiono volti a segnalare che la vocalizzazione da parte dell'infante è stata udita e a rendere la voce materna più armonica possibile con quella del/la bambino/a. In generale, è stata notata la comparsa di un forte senso dello spazio accentuale che le rispettive vocalizzazioni coprono, nel senso che l'infante fin dall'età di 4 mesi si dimostra capace di prendere parte attiva ad un gioco musicale con l'altro, inserendosi nella struttura musicalmente. È per questa via che si sviluppa la capacità di sincronizzare il proprio movimento vocale e corporeo con quello dell'altro, di partecipare ad uno scambio comunicativo in cui la riproduzione ripetuta delle stesse dimensioni costituisce la trama su cui il bambino forma la propria capacità linguistica. Il linguaggio, nel suo primo presentarsi come ritmo e melodia, nel suo essere preliminarmente soprattutto musicalità, si trova ad essere come incarnato negli stessi movimenti corporei, gestuali, che accompagnano l'enunciazione verbale tanto della madre quanto del bambino. Si tratta, per Trevarthen, di trovare nel rapporto empatico con l'altro da sé, nelle emozioni, la chiave per dotare di significato il mondo, e dentro il mondo di attribuire significato ad un simbolico che può svilupparsi come linguaggio e come pensiero a partire da quella "narratività" che, ai suoi primordi ontogenetici, è dotata di una semantica emozionale prima che referenziale. La musicalità, dunque, con il suo riproporre ripetitivamente le stesse sequenze temporalizzate di ritmo e melodia, spinge l'infante sull'onda dell'emozione a quei giochi verbali che sono l'anticamera del linguaggio, imitazione di una sonorità adulta che si presta e si piega ad opportune manipolazioni, per divenire tramite naturale verso il linguaggio parlato.

5. Morfo-sintassi

5.1. Introduzione alla morfologia

Sappiamo che il linguaggio umano si realizza grazie alle parole, o meglio, grazie ai «segni linguistici». Uno dei padri della linguistica contemporanea, Ferdinan de Saussure (1922), definiva il segno linguistico come un'entità astratta costituita da due facce: il *significato* ed il *significante*; un'entità psichica che unisce non una cosa ed un nome quanto un concetto ed un'immagine acustica. Quindi, un segno linguistico è costituito dal significante in quanto immagine acustica della parola in questione e contemporaneamente dal suo significato ovvero dal concetto sottostante alla stessa. Altra caratteristica del segno linguistico è il suo essere «discreto», «articolato», in altre parole segmentabile in unità distinte. Tanto che, dal punto di vista linguistico, una delle principali proprietà del linguaggio è la sua *doppia articolazione*; secondo questo principio ogni parola, o meglio il suo significante, è articolato su due diversi piani: la prima articolazione e la seconda articolazione. Il significante è quindi scomponibile, analizzabile, nel primo livello, in unità dotate di significato, i morfemi: si tratta delle unità minime di prima articolazione; unità che in quanto tali, non possono essere ulteriormente frazionate in parti che abbiano un proprio significato. In altre parole il morfema è la minima associazione di un significante con un significato. Ad esempio, la parola "topo" è scomponibile in due unità: "top-" e "-o" ognuna delle quali ha un suo significato ("piccolo mammifero roditore, ecc." e "uno solo/singolare") e che possono trovarsi con lo stesso significato in altre parole come "**top**-i, **top**-ino, **top**-astro, ecc." e "gatt-**o**, mel-**o**, bell-**o**, ecc.". Ogni parola di qualsiasi estensione è analizzabile in morfemi:
"la mamma segue la bambina" > "l-a mamm-a segu-e l-a bambin-a".

Nella seconda articolazione i morfemi vengono analizzati in unità ancora più piccole ma non dotate di significato proprio: si tratta dei fonemi. Per esempio il morfema "top-" è scomponibile nei suoni /t/ /ɔ/ /p/. Questi fonemi non hanno un significato proprio ma combinandosi insieme danno luogo alle unità di prima articolazione. La branca della linguistica che si occupa dell'analisi del primo livello è la *morfologia* (dal greco *morphé* "forma" + *lógos* "ragionamento") che studia la struttura della parola, le sue modificazioni e le varietà di forme che le parole conseguentemente assumono. Più in generale possiamo dire che la morfologia si occupa dell'analisi delle parole individuando gli elementi morfologici che le compongono.

La classificazione funzionale individua due classi di morfemi:

1. *morfemi lessicali o liberi*: che esprimono un significato pieno o lessicale come "buon-", "cortes-" "bell-"… Si tratta di morfemi di classe aperta nel senso che sono continuamente soggetti ad aumenti.
2. *morfemi grammaticali o legati*: che esprimono un significato grammaticale come "-e", "-o", "-ibil-"… Si tratta di morfemi di classe chiusa, ovvero appartenenti ad una categoria non in grado di accogliere nuovi elementi (tranne per effetto di fenomeni di mutamento linguistico piuttosto rari). A loro volta i morfemi grammaticali si dividono in:
   - *derivazionali* che permettono la formazione di un numero infinito di parole a partire da una determinata base lessicale, tramite processi di prefissazione

(“socio” > consocio, associare, dissociare …) e suffissazione (“socio” > socievole, societario, socialmente …);
- *flessionali* che danno luogo alle diverse forme in cui una parola si presenta nel discorso, come i nomi (bimbo, bimba, bimbe …), i verbi (mangio, mangiai, mangiarono …), gli aggettivi (bello, bella, belle …), gli articoli (il, la, le …) e i pronomi (io, me, tu …). Possiamo dire che questi morfemi marcano il valore grammaticale di una determinata categoria, per esempio nella morfologia nominale con il genere (maschile/femminile) e il numero (singolare/maschile), oppure nella morfologia verbale, con il modo, il tempo, la persona …

Dal punto di vista della posizione si può fare un’ulteriore suddivisione nell’ambito dei morfemi grammaticali; in altre parole, a seconda della collocazione che questi assumono rispetto al morfema lessicale o radice, che costituisce la testa della parola i morfemi grammaticali prendono il nome di *affissi* (= morfema grammaticale che si combina con una radice). Più in dettaglio troviamo: i *prefissi* che occupano la posizione prima della radice ed i *suffissi* che, invece, si collocano dopo la radice. Per esempio:
• la parola “inutile” è costituita dal prefisso “in--” e dalla radice “-util”;
• la parola “sentimento” è costituita dalla radice “sent-” , dal suffisso derivazionale “-iment-” e dal suffisso flessivo “-o”.

5.2. Introduzione alla sintassi

Quando si parla di sintassi, dobbiamo riferirci ad un altro dei padri della linguistica contemporanea, Noam Chomsky e alla sua teoria della «grammatica generativa». Questa grammatica si basa proprio sulla sintassi, ovvero sulle regole di combinazione dei costituenti, oltre che sulla matrice biologica del linguaggio (cfr. 1.1.). Quando, per esempio, usiamo una frase del tipo “Martina telefona a Chiara” non diciamo la stessa cosa di “Chiara telefona a Martina” dato che il significato delle due frasi è ovviamente diverso, proprio perché la lingua umana è caratterizzata da una dipendenza dalla struttura. Il livello di analisi che si occupa della struttura delle frasi è la sintassi (dal greco *sýntaxis*, *syn* “insieme” e *tássein* “ordinare, disporre”). Vale a dire, la sintassi studia la combinazione delle parole nelle frasi e la loro organizzazione. La struttura base di questo livello è quindi la frase, che possiamo tratteggiare come «quell’entità linguistica che costituisce un messaggio o un blocco comunicativo autosufficiente nella comunicazione linguistica, cioè nel discorso, e che contiene una predicazione (cioè, all’incirca un’affermazione riguardo a qualcosa, l’attribuzione di una qualità a un oggetto).» (Berruto 1997: 65).

Come abbiamo visto per la fonologia e la morfologia anche la sintassi analizza gli enunciati tramite la scomposizione in unità, che si definiscono i costituenti della frase. Dato che il parlato è un fenomeno di ordine lineare, nel senso che così come i suoni delle parole si susseguono uno dietro l’altro nel tempo, così accade per le parole, le frasi, ecc., la sintassi o meglio l’analisi sintattica ha il compito di de-linearizzare questa linearità in modo da poter descrivere e mostrare la struttura di una frase. Chomsky

sostiene che alcuni dei principi della struttura del linguaggio sono universali, in particolare:

1. *il principio della proiezione*, secondo il quale le proprietà degli elementi lessicali si proiettano sempre nella sintassi. Per esempio, alcuni verbi hanno la caratteristica (definita a livello di lessico) di reggere sempre due nomi (colpire = Tizio colpisce Caio), altri uno solo (uscire = Tizio esce); questa caratteristica lessicale deve riflettersi nella sintassi. Quindi secondo il principio della proiezione, le rappresentazioni di ogni livello sintattico sono proiettate dal lessico;
2. *la teoria X-barra*, che indica lo schema sintattico al quale si uniformano i costituenti proiettati dal principio precedente. Lo schema in questione è quello della struttura sintagmatica, all'interno del quale ogni singolo sintagma deve avere una testa X che può essere un nome, un verbo, un aggettivo, una preposizione. Inoltre la struttura è costante ad ogni livello di proiezione che si differenzia dal precedente per il numero delle «barre» che compaiono sulla testa o meglio sulla «X». Come possiamo vedere in figura 17, nel quale viene rappresentata la struttura delle possibili proiezioni sintattiche della testa X.

Ci sono più modi, comunque, per rappresentare l'analisi di una frase nei suoi costituenti: diagrammi ad albero, parentesi … anche se il metodo più diffuso è comunque quello dei diagrammi ad albero. Si tratta di una rappresentazione costituita da «nodi» che rappresentano livelli di analisi della sintassi e dai quali si ripartono «rami». Per esempio: Bruno scrive un libro.
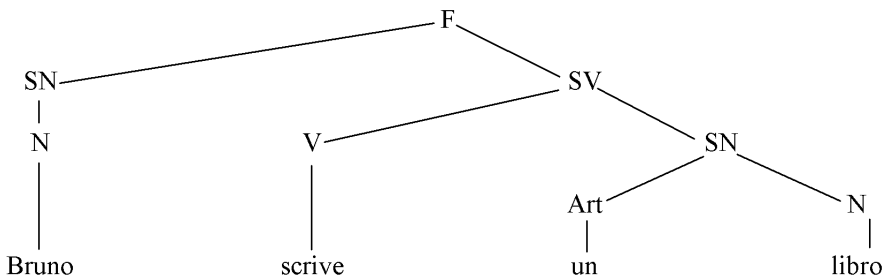
Fig. 17 Diagramma ad albero: F = Frase, SN = Sintagma Nominale, SV = Sintagma Verbale, N = nome, V = verbo, Art = articolo

6. Acquisizione della morfosintassi

6.1. Lo sviluppo lessicale

Fino dalla nascita i bambini sono in grado di comunicare con l'ambiente circostante tramite tutta una serie di segnali comportamentali come il pianto, le smorfie, risolini … Questi comportamenti vengono prodotti dal/dalla bambino/a in modo non intenzionale ma sono "interpretati" e rinforzati dagli adulti come se si trattasse di una prima comunicazione, fino a che tale assumono anche per il bimbo un potere comunicativo preciso. In questa sede accenneremo brevemente a quegli studi che indicano e sottolineano come il primo vocabolario sia composto parallelamente da gesti e parole, per poi passare all'analisi del primo vocabolario del/la bambino/a.

6.1.1 La comunicazione intenzionale

Le ricerche sullo sviluppo della comunicazione (Dore 1974; Bruner 1975; Clark 1978; Bates 1979; Lock 1980) hanno rilevato che fin dalla nascita il bambino emette una serie di segnali comunicativi, sia gestuali come smorfie e sorrisi, sia vocali come i vari tipi di pianto o le vocalizzazioni. Questi primi segnali non sono prodotti intenzionalmente ma permettono al bambino un'interazione con il mondo circostante. È solo attorno ai 9 mesi che si ha la nascita della comunicazione intenzionale; «è verso quest'età, infatti, che il bambino prevede l'effetto che i segnali gestuali e/o vocali da lui prodotti avranno sul suo ascoltatore. Da questo momento in poi, il bambino mette in atto i suoi comportamenti comunicativi in maniera più regolare e stabile, e attraverso l'interazione con l'adulto e con l'ambiente questi diventeranno segnali ritualizzati e convenzionali» (Caselli e Casadio 1995).

Le intenzioni comunicative che tutti i bambini sembrano mostrare, attorno alla fine del primo anno di vita, sia a livello gestuale che vocale sono: la *richiesta* e la *denominazione*. Entrambe si manifestano tramite l'uso di «gesti deittici»: la prima, attraverso la richiesta ritualizzata (il bambino si tende verso l'oggetto e contemporaneamente guarda l'adulto, aprendo e chiudendo ritmicamente il palmo della mano ed emettendo, spesso, delle vocalizzazioni). La denominazione è espressa invece tramite il mostrare (il bambino tende l'oggetto verso l'adulto), il dare (lascia andare l'oggetto nelle mani dell'adulto) e l'indicare (il bambino con il braccio teso e/o l'indice puntato verso un oggetto o una persona guarda alternativamente l'adulto).

È importante sottolineare, che questi gesti sono profondamente legati al contesto nel quale vengono prodotti, in quanto esprimono unicamente l'intenzione comunicativa del parlante e non il referente della comunicazione.

Esiste però un secondo tipo di gesti, i «gesti referenziali», che vengono prodotti a partire dall'anno di età; il loro contenuto semantico è convenzionalizzato dal bambino e dai suoi interlocutori, e non varia, di conseguenza, al mutare del contesto (Nokony 1978). «Alcuni di questi gesti nascono all'interno di situazioni di routine (giochi e abitudini) con l'adulto e dunque, più in generale con il mondo sociale» (Caselli et al. 1994).

Alcuni esempi sono: “bravo” (il bambino batte le mani) ; “ciao” (il bambino apre e chiude la mano, o la agita); “più” (apre le braccia ed alza le spalle). Altri gesti invece derivano dalle azioni che il bambino compie nel quotidiano: “bere” (porta alla bocca la mano vuota come se tenesse un bicchiere); “telefonare” (porta la mano all’orecchio come se tenesse una cornetta); “mangiare” (porta la mano vuota alla bocca fingendo di imboccarsi oppure apre e chiude la bocca come se stesse masticando qualcosa). Questi gesti sembrano essere il risultato del riconoscimento della funzione caratteristica di un determinato oggetto; più in generale, possono derivare, ma non necessariamente, dell’imitazione di azioni che il bambino vede compiere dall’adulto con o su determinati oggetti o persone e sono considerati tradizionalmente schemi di gioco simbolico (Piaget 1945; Nicholich 1977). Così come accade per le prime parole, anche i gesti referenziali divengono simbolici solo al termine di un periodo di decontestualizzazione: inizialmente sono utilizzati all’interno di routine con l’adulto, ad esempio il bambino produce “ciao” solo su richiesta esplicita dell’adulto, del tipo “fai ciao con la manina” (producendo lui stesso il gesto); in seguito, questi gesti si allontanano dalle routine originarie e vengono usati spontaneamente dal bambino. Ad esempio, il bambino usa “ciao” per chiedere alla madre di uscire, o per commentare che qualcuno o qualcosa sta andando via.

6.1.2 Sviluppo del vocabolario

Parallelamente all’emergenza dei gesti referenziali si assiste alla produzione, da parte del bambino, delle prime parole: «anche se prima dei 12 mesi erano già presenti suoni vocalici che potevano sembrare parole (la cosiddetta lallazione) è solo dopo un anno di età che il bambino comincia ad utilizzare questi suoni per riconoscere, categorizzare, nominare oggetti» (Volterra e Bates 1995). Dobbiamo sottolineare che le prime parole non sono veri e propri simboli, il loro uso, inizialmente, è strettamente collegato a situazioni di routine e per questo si definisce non referenziale. «Ad esempio, inizialmente, il bambino pronuncia le prime espressioni vocali solo per accompagnare i suoi schemi d’azione, cioè mentre sta compiendo lui stesso una determinata azione su determinati oggetti (ad es., dice ciao giocando con il telefono o papà mentre si volge o va verso il padre che entra dalla porta). In un secondo momento, il bambino usa le parole anche per anticipare o ricordare questi suoi schemi d’azione (ciao, usato un’attimo prima di giocare con il telefono; papà, è corso poco prima incontro al padre). Infine, il bambino si serve delle parole anche fuori del loro contesto abituale per categorizzare nuove persone, oggetti o eventi (ciao, usato anche quando qualcuno entra o esce da una stanza, porta via qualcosa, ecc.; papà, per nominare il padre anche in sua assenza, o talvolta in riferimento ad altre figure maschili che vede per la prima volta)» (Caselli 1995: 250). Il primo periodo dell’acquisizione lessicale procede con un ritmo piuttosto lento, poiché il bambino sembra impegnarsi non tanto sulla quantità delle nuove parole, quanto sui meccanismi che regolano e permettono l’acquisizione stessa. A 16 mesi circa, si assiste ad un profondo mutamento del ritmo di acquisizione delle nuove parole: il bambino passa da una produzione di circa 50 parole, alle 130 circa dei 19-21 mesi ed infine alle 441 parole

dei 28-30 mesi, come indicano i dati riportati in Caselli e Casadio (1995). Questo periodo viene anche denominato «esplosione lessicale», in quanto il bambino nomina spontaneamente tutto ciò che conosce senza più bisogno di sollecitazioni da parte dell'adulto e si mostra interessato alla produzione di nuovi vocaboli. In questo stesso periodo si assiste anche all'aumento delle parole "predicative o relazionali" come ad esempio i verbi; ciò non avviene solo tramite l'acquisizione di parole nuove, ma anche grazie ad un nuovo uso delle vecchie parole. Prendiamo per esempio la parola "cane"; in un primo momento, il bambino produce questa parola in situazioni di routines: leggendo un libro che contiene la figura del cane, o in risposta a particolari domande. In una seconda fase il bambino, invece, continuerà ad usare la parola "cane", ma con una funzione proto-predicativa: ad esempio, indicando un oggetto come la ciotola del cibo dell'animale. In questo caso, "cane" assume il significato di "appartiene al cane". Questo fenomeno si colloca in quello che viene definito periodo «olofrastico»: un arco di tempo, durante il quale il bambino, pur pronunciando una sola parola alla volta, è in grado di esprimere un significato più complesso. Una stessa parola può acquisire il significato di "frasi" anche molto diverse tra loro.

6.2. Lo sviluppo morfosintattico

Già nel periodo olofrastico il bambino mostra la capacità linguistica di combinare due o più simboli tra loro. Secondo Scollon (1978) la costruzione della frase da parte del bambino si sviluppa in due fasi: la prima denominata «verticalizzazione», si colloca proprio nel periodo olofrastico, la seconda, invece, corrisponde alla combinazione di due o più elementi nello stesso turno dialogico ed emerge attorno ai 18-24 mesi.

Caselli e Casadio (1995) riportano un esempio di costruzione verticale, nel quale analizzando in verticale il dialogo tra madre e bambino, si può ricavare un prototipo di frase:

Madre: *andiamo*
Bambino: *bimbi*
Madre: *sì, andiamo al giardino dai bimbi*
Bambino: *palla*
Madre: *sì, portiamo la palla*

«La capacità di combinare simboli appare strettamente collegata allo sviluppo del vocabolario verbale; in letteratura si parla di "soglia minima", cioè di un numero minimo di parole senza aver raggiunto i quali il bambino non sarebbe in grado di combinare, ma tale numero, non è determinato con certezza per la presenza di un'alta variabilità individuale» (Caselli e Casadio 1995: 27). Possiamo inoltre distinguere tra due diversi tipi di stile di acquisizione: esistono bambini olistici, che pur possedendo un repertorio di parole limitato, producono enunciati di più parole e bambini analitici, che possiedono invece un vocabolario più ampio. Ann Peters (1977) distingue uno stile analitico e uno stile gestaltico nello sviluppo della lingua materna. Lo stile analitico è usato per assolvere a funzioni referenziali, per la costruzione di concetti lessicali, ecc.; lo stile gestaltico è il tentativo di usare interi enunciati in una situazione socialmente appropriata, dunque in contesti conversazionali. Peters sostiene che può esistere una variazio-

ne individuale fra i bambini riguardo alla predominanza dello stile, forse da mettere in relazione anche al tipo di input che il bambino riceve, ed avanza l'ipotesi che il bambino analitico riceva discorsi chiari dalle persone con cui stabilmente interagisce; il bambino gestaltico, invece, riceverebbe dati conversazionali più rapidi. Ma può accadere anche che uno stesso bambino usi o l'uno o l'altro stile a seconda delle situazioni: in particolare lo stile gestaltico per le funzioni sociali e lo stile analitico per le funzioni referenziali, specificamente le nominazioni (Brandi 1996). La differenza fondamentale consiste nel fatto che i primi si esprimono con frasi fatte (per esempio: va via, ecco mamma, ecc.), che appaiono come delle riproduzioni di enunciati memorizzati per intero, in quello stile olistico di pertinenza dell'emisfero cerebrale destro e non frasi analizzate nelle loro parti componenti; i bambini analitici, invece, producono combinazioni di parole non rigide, costituite da parole già in precedenza analizzate ed usate come parole singole, in sostanza frasi processate dall'emisfero cerebrale sinistro. Quando compaiono le prime combinazioni di due o più parole, nel periodo dai 18 ai 24 mesi circa, iniziano a manifestarsi anche le prime abilità grammaticali. I primi enunciati del bambino hanno un carattere *telegrafico*, ovvero consistono, quasi esclusivamente, nell'uso di nomi, verbi ed in misura minore aggettivi ed avverbi. Sono enunciati privi, per lo più, di elementi grammaticali come i pronomi, gli articoli, le preposizioni, le congiunzioni, la copula ed i verbi ausiliari. Un tipico esempio di queste produzioni sono:

- atto pu (= il gatto è andato via),
- otto brum brum (= la macchinina è rotta),
- nonna chiai (= gli occhiali sono di nonna) (Devescovi e Pizzuto 1995).

Dal punto di vista quantitativo, un indice da tenere in considerazione per l'analisi dello sviluppo morfosintattico della produzione del bambino è la crescita della LME (Lunghezza Media dell'Enunciato). Si tratta di un indice piuttosto affidabile dello sviluppo grammaticale ed intende per enunciato ogni sequenza di parole preceduta e seguita da silenzio o da cambio di turno conversazionale, a prescindere dalla sua struttura grammaticale. La LME non è in grado, tuttavia, di mettere in evidenza le caratteristiche strutturali degli enunciati, che a parità di lunghezza, possono avere struttura assai diversa, occorre dunque associare una descrizione dello sviluppo frasale.

6.2.1 Lo sviluppo frasale

Taeschner e Volterra (1986) distinguono tre tipi di unità frasali:

1. frase nucleare (mamma prende la torta);
2. frase ampliata che contiene informazioni aggiuntive rispetto a quelle necessarie per realizzare la frase nucleare (esempio modificatori e avverbiali che si aggiungono);
3. frase complessa che comprende:
   a. frasi inserite di tipo implicito (mamma va a prendere la torta) o esplicito (guarda io che faccio con la pappa);
   b. frasi relative (dammi i giochi che sono di Claudia);
4. la frase binucleare che consiste di due strutture nucleari che possono essere o coordinate (arriva il lupo e si mangia la pecorella) o subordinate (quando arriva il lupo la pecorella scappa).

Nei primi lavori di Parisi (1977) si osserva la seguente progressione: le frasi nucleari compaiono per prime, seguite dalle frasi con modificatore e/o avverbiale, quindi le frasi inserite implicite e infine le inserite esplicite.

Secondo Taeschner e Volterra (1986) compaiono tre periodi evolutivi:
1. solo frasi nucleari per lo più incomplete (esempio mamma mette);
2. compaiono prima le frasi ampliate con modificatore del nome, quindi frasi complesse e binucleari, tuttavia sono spesso assenti i connettivi necessari per esprimere i legami di coordinazione e subordinazione;
3. in questo periodo compaiono i connettivi.

Adottando un'ottica maggiormente orientata a considerare lo sviluppo della facoltà di linguaggio come sistema modulare che matura a partire da uno stato iniziale, geneticamente determinato (G.U.)[15] Chiosi e Cipriani (Chilosi e Cipriani 1991; Cipriani et al. 1993) elaborano un preciso schema di sviluppo morfosintattico. Per queste studiose, lo sviluppo della grammatica avviene secondo le seguenti fasi, descritte a partire dalla considerazione della LME:
1. *presintattica* (19-26 mesi; LME 1.06-1.5): le produzioni sono rappresentate da parole singole in successione. La maggior parte degli enunciati è di tipo telegrafico e priva di verbo, anche se compaiono alcuni enuncianti semplici nucleari, dove però sono omessi sia alcuni degli argomenti sia i morfemi liberi, per esempio "bimbo dà". Nella successiva fase delle due parole, gli enunciati telegrafici esprimono precise relazioni semantiche (di tipo tematico quali agente, paziente, strumento, ecc.) ad esempio nelle tipiche frasi: "pappa più", "etto scimmione". Si tratta, strutturalmente, soprattutto di elementi singoli in successione, ognuno con contorno intonativo finito, legati da una relazione semantica intrafrasale. Per esempio: "macca … billo … bum …" (= il bambino racconta che ha tirato la lumaca e ha colpito il birillo che così è caduto). Nel rapporto fra testo e contesto, pertanto, si costruisce quella trama semantica che collega le parole dentro una struttura dotata di senso; lo stesso ruolo può svolgere lo scambio conversazionale con l'adulto, per esempio:
   M. *cosa ha fatto Raffaello?*
   R. *tum*
   M. *con cosa?*
   R. *palla*
   M. *e poi?*
   R. *piede*
   M. *a chi?*
   R. *macca*
   M. *diglielo ad Anna, cosa hai fatto?*
   R. *piede tum pah. Palla. Terra.*
   Dal punto di vista morfologico, i primi enunciati semplici completi compaiono solo alla fine della fase, e sono per lo più frasi imperative: per esempio "tata vieni".

[15] Cfr. 1.1.

2. *sintattica primitiva* (24-29 mesi, LME 1.4-2.9): diminuiscono le parole singole in successione ed aumentano gli enunciati nucleari semplici, di due, tre e più parole, anche se spesso ancora incompleti. Sono omessi principalmente i connettivi interfrasali e morfemi liberi, per esempio "bimbo prende cucchiaio mangia minestra". Dal punto di vista dell'organizzazione strutturale, si hanno frasi nucleari semplici complete, anche se persistono forme incomplete tipo "galline ette". Iniziano enunciati nucleari amplificati prevalentemente incompleti, anche se compaiono talvolta avverbiali, per esempio "sassi butta camion". L'espansione frasale tuttavia è spesso priva del funtore appropriato: "picchiato tutti bastone quello lì". Compaiono le prime frasi complesse con due predicati verbali per lo più incomplete: "mimmo mangia minestra", dove mancano cioè i connettivi frasali e le specificazioni morfologiche quali articoli e preposizioni; per la morfologia flessiva, è in questa fase che si nota il prevalere del verbo alla terza persona singolare o nell'uso del participio passato. Inoltre si nota la comparsa di elementi fonologicamente indifferenziati che assolvono probabilmente al ruolo di marcatori di posizione di componenti funzionali come: "a neve", "e frigo", "e voglio" (protoclitico).
3. *completamento della frase nucleare* (28-33 mesi, LME: 2.4-3.8): le parole singole in successione scompaiono quasi definitivamente e diminuisce la produzione di enunciati privi di verbo. La maggior parte delle produzioni è rappresentata ancora da frasi nucleari dotate di morfologia libera e da frasi ampliate con espansioni del nucleo, per esempio "il bambino mangia con il cucchiaio". Iniziano a comparire coordinate e subordinate, soprattutto implicite nel primo periodo e poi esplicite. Dal punto di vista strutturale, si hanno nuovi tipi di enunciati amplificati, con doppia espansione, ad esempio: "poi suo babbo piange", ed il SN si correla ad aggettivi possessivi, dimostrativi e qualificativi. Il bambino produce delle denominazione con commento espanso, preludio dell'inserimento di relative, come per esempio: "è la scimmia con il mantello quella". Diminuiscono gli enunciati singoli in successione mentre divengono prevalenti le frasi complesse, formate da combinazioni di più proposizioni entro un contorno intonativo unico, tramite il quale anche l'assenza di connettivo non rende il legame tra enunciati semanticamente ambiguo: "dammelo te ce l'hai". Sono presenti frasi avversative: "una sola senno ti sente la pancia" e subordinate esplicite, ove il connettivo più usato è perché: "la fonte è qui, metto qui, lavo i piatti perché son sozzoli", aumenta l'uso dei verbi modali. Dal punto di vista dell'organizzazione morfologica, si ha un consolidamento della morfologia, nelle frasi semplici l'uso morfematico diviene produttivo, ad eccezione di alcuni ausiliari e clitici, mentre nelle frasi complesse si ha ancora il permanere di una incompletezza morfologica. Scompaiono progressivamente e in modo correlato al consolidarsi della morfologia gli elementi segnaposto; si ha un uso produttivo della flessione verbale nel modo indicativo, anche se non scompaiono gli errori di accordo tra nome e verbo.
4. *consolidamento e generalizzazione delle regole in strutture combinatorie complesse* (32-37 mesi; LME 3.3-4.8): le frasi complesse risultano complete da un punto di vista morfologico, con uso produttivo dei diversi funtori necessari, compaiono diversi connettivi interfrasali sia di tipo temporale che causale che sono usati abbastanza

sistematicamente, compaiono anche le prime ipotetiche: "se viene qua lo bacio", ed in fine le frasi relative: "ma io ho visto Paola che correva".

Le due autrici concludono che durante le prime due fasi il sistema grammaticale è ancora molto rudimentale: le strutture sintattiche prodotte riflettono prevalentemente l'uso di strategie di giustapposizione di contenuti semantici e la riproduzione di insiemi non analizzati fortemente contestuali. Nella terza fase si assiste ad una vera esplosione della grammatica, ma il bambino appare ancora impegnato a riorganizzare e consolidare la struttura all'interno dei diversi sottosistemi che risultano non sempre integrati tra loro. Tale integrazione sembra invece verificarsi nella quarta fase, in cui si ha una correlazione sempre più sistematica tra forma e contenuto. Da notare come la morfologia acquisita per le frasi semplici non sia immediatamente generalizzabile a tutti i contesti.

6.2.2 Sviluppo della morfologia libera e legata

Per quanto riguarda lo sviluppo della morfologia, molti autori sottolineano come sia importante l'individuazione di criteri che permettano di definire l'età di acquisizione degli elementi morfologici: solo quando il bambino usa uno specifico morfema nel 90% dei casi in cui questo è richiesto, si può parlare di acquisizione. Questa distinzione è molto importante, e permette di rilevare la differenza tra l'età di comparsa e l'età di acquisizione della morfologia libera e legata; ad esempio attorno ai 16-18 mesi troviamo nelle produzioni del bambino i diversi tipi di forme verbali flesse, che rappresentano molti aspetti del paradigma verbale dell'italiano (presente, passato, futuro dell'indicativo e del condizionale, infinito, gerundio), molte forme dei pronomi soggetto e oggetto e le forme degli articoli determinativi, ma, solo un numero molto contenuto di questi elementi può ritenersi acquisito entro i primi tre anni (Pizzuto e Caselli 1993). Si nota, inoltre, una differenza tra l'acquisizione della morfologia libera e legata: le forme verbali semplici sono apprese in modo molto più rapido e regolare rispetto ai morfemi liberi come gli articoli o la copula (Chini 1994). Anche per quanto riguarda gli errori prodotti, questa differenza è valida: nella morfologia legata il numero di errori è molto contenuto ed è rappresentato da sostituzioni di una forma per l'altra (es.: *aggiusta io = aggiusto io) o da regolarizzazioni (es.: *vieno = vengo). Si tende ad individuare nelle primissime fasi dell'apprendimento il maggior numero di incertezze nell'uso della morfologia: in questo periodo, il bambino produce delle forme verbali relativamente indistinte, ma la loro valutazione è impossibile in quanto assumono la forma di parole singole in contesti di difficile interpretazione (es.: apa, api, ape, per una qualche forma del verbo aprire). Nella morfologia libera gli errori sono rappresentati per la maggior parte da omissioni (es.: *chi preso = chi lo ha preso), mentre si riscontrano pochissime sostituzioni (es.: *lo vuoi te, i braccialetti? = li vuoi te, i braccialetti?) e ancora più raramente errori di concordanza nel genere. Pizzuto e Caselli mettono in risalto l'importanza che hanno, nell'acquisizione degli elementi morfologici, la loro frequenza, regolarità e salienza percettiva nei normali enunciati. Ad esempio, analizzando quantitativamente e qualitativamente il

linguaggio che l'adulto usa per rivolgersi al bambino si nota sia la prevalenza delle forme singolari di verbi, pronomi ed articoli, sia il maggior numero di forme verbali semplici: presente indicativo e imperativo. Questi dati spiegano in parte perché le forme che vengono apprese per prime, dal bambino, sono in genere tutte singolari e nell'ambito dei verbi si tratta di forme semplici del presente. Infine, le caratteristiche della morfologia verbale dell'italiano che esprimono sistematicamente l'informazione pronominale relativa al soggetto frasale sembrano facilitare l'apprendimento della morfo-sintassi flessiva dei verbi; mentre, invece, la caratteristica correlata relativa alla liberta con cui il pronome soggetto può essere omesso nell'italiano probabilmente spiega perché gli elementi pronominali soggetto vengono appresi più tardi.

7. Semantica

7.1. Significati e concetti

Nell'affrontare la questione relativa a quale struttura sia plausibilmente da assegnare al sistema concettuale che identifica i modi attraverso i quali il parlante è capace di attribuire significato al mondo, al sé, alla relazione fra il sé e tutto ciò che costituisce l'altro da sé, e di farlo mediante relazioni sistematiche con il linguaggio, con le "etichette sonore" per nominare oggetti, persone, eventi, dobbiamo in primo luogo chiederci cosa intendiamo con tali termini, se con i termini significato e concetto definiamo nozioni distinte. È indubbio che, trattando della struttura semantica da associare ad una lingua, partiamo da un assunto iniziale, e cioè che suono e significato identificano sistemi che possono essere regolati da proprietà differenti e le cui relazioni possono pertanto variare da lingua a lingua, nel senso che le corrispondenze interlinguistiche possono essere totali, parziali, o addirittura nulle. È, ovviamente, la questione della traducibilità/intraducibilità delle lingue, a partire dall'idea che ogni popolo, dotato di una lingua, possiede un sistema concettuale che si è formato nel tempo in ragione della propria storia, e che anche a seguito di precise "condizioni ambientali" può aver compiuto analisi della realtà di riferimento, al fine di dare significato e dunque di interpretare il mondo per conoscerlo, diverse da quelle di un altro popolo. Rispetto alla materia, dunque, ogni lingua traccia le proprie suddivisioni, dà rilievo a fattori diversi e dunque ritaglia in modo proprio lo spazio del significato, pertanto nel processo del contenuto si riconosce una forma che intrattiene un rapporto arbitrario con la materia, e dando ad essa forma la rende sostanza del contenuto (Hjelmeslev 1968). In merito alla relazione arbitraria tra forma e sostanza del contenuto, possiamo vedere che la lingua italiana ha tre termini bosco/legno/legna per indicare ciò che la lingua francese nomina mediante la parola bois "bosco, legno, legna", mentre il tedesco possiede due parole wald per indicare il "bosco" e holz per "legno/legna". Anche in ragione di tali proprietà delle lingue, diversi autori tendono a distinguere tra concetti, da un lato, intesi come maggiormente connessi a ciò che chiameremmo genericamente pensiero, e significato, dall'altro, vale a dire quegli aspetti del significato che sono espressi da un sistema linguistico. Ad esempio Eve Clark, per distinguere significati e concetti porta, fra i vari esempi, quello relativo ai nomi per i colori visti in rapporto ad alcuni sistemi linguistici: troviamo 11 parole come nomi base di colore in Inglese, ma solo due per la lingua Dani (Papua Nuova Guinea): mili (nero) e mola (bianco), distinguendo fra colori neri, caldi (mili) e colori brillanti, freddi (mola). Tuttavia i parlanti Dani sembrano organizzare i colori in memoria ed usarli esecutivamente allo stesso modo degli inglesi, vale a dire che i concetti sono circa gli stessi anche se i termini per nominarli, e dunque i significati associati a tali parole, differiscono enormemente. Per Clark (1983), infatti, i significati delle singole parole in una lingua fanno riferimento solo ad una parte della nostra conoscenza concettuale. Pertanto, adotta la seguente distinzione terminologica:

- concetti – il termine designa un insieme di proprietà fra loro associate in memoria e perciò formano un'unità dal punto di vista dei saperi; tali proprietà possono esse-

re permanenti o transitorie, concrete o astratte, percettive o funzionali, combinate in infiniti modi;

- concetti di individuali – il termine designa insiemi di proprietà associate con una persona (lo zio Ian), un oggetto o un evento;
- concetti di tipi – il termine designa un gruppo di individui di natura similare, che condividono alcune proprietà (esempio tigri, limoni, querce, sedie, libri, biciclette).

I concetti, dunque, sono per Clark unità di rappresentazioni, che offrono punti di riferimento per categorizzare il mondo intorno a noi. L'esemplificazione di un concetto è pertanto una categoria: l'appartenenza o meno di un oggetto ad una particolare categoria è determinata dall'analizzare quell'elemento in relazione al concetto rilevante, tramite le regole che consentono di definire in che misura rispetti o no i criteri di appartenenza.

Con altra impostazione, Fodor (1999) considera i concetti costituenti di stati mentali, così per esempio credere che i gatti sono animali è uno stato mentale ed il concetto ANIMALE è un costituente di tale credenza. Come vedremo più oltre, per Fodor l'ambito naturale di una teoria dei concetti è all'interno di una teoria degli stati mentali, che ha il compito non solo di descrivere gli stati mentali ma anche di trattare dei processi mentali intesi come relazioni causali fra rappresentazioni mentali. Più in generale, il contenuto (significato) è informazione, i concetti sono i costituenti delle rappresentazioni mentali (pensieri) e spesso anche di altri concetti, e le rappresentazioni mentali derivano il loro contenuto dai contenuti dei singoli costituenti. I concetti sono categorie, nel senso che si applicano a cose del mondo (es. l'elefantino Dumbo non ricade sotto il concetto di GATTO).

Dobbiamo, allora, chiederci preliminarmente quali sono i processi attraverso i quali vengono a formarsi i sistemi tassonomici che definiscono le categorie con le quali diamo rappresentazione al mondo, e quali sono i parametri cognitivi che sottostanno a tale processualità.

7.2. Percezione e categorizzazione

Nella letteratura troviamo ipotesi diverse, quali modelli di rappresentazione categoriale, e alcune di esse dipendono palesemente dal particolare momento storico in cui venivano ad essere elaborate.

La teoria definitoria del concetto, si basava sull'idea che fosse possibile individuare un insieme relativamente finito di elementi sulla base dei quali, in ragione di una loro diversa combinazione, fosse possibile rappresentare il significato associato alle parole della lingua. È evidente il legame che tale ipotesi aveva con la teoria fonologica, in particolare la teoria dei tratti distintivi (cfr. capitolo 3.2.), in ragione del fatto che in specifici autori, come Katz e Fodor (1963), si adottava una precisa struttura binaria per il tratto semantico mediante il quale veniva rappresentato il significato lessicale. Il lessico di una lingua, in particolare, veniva concepito come una lista di voci lessicali cui è associata la rappresentazione della loro struttura semantica attraverso una o più sequenze di tratti che ne costituiscono gli elementi atomici. La rappresentazione

semantica di una voce contiene, oltre ai tratti sintattici che ne definiscono l'appartenenza categoriale, i tratti semantici, che riflettono le relazioni semantiche tra la voce ed il resto del lessico ed esprimono proprietà semantiche generali, i differenziatori, che manifestano quella parte del significato che è idiosincratica alla voce, e infine restrizioni di selezione, che esprimono formalmente le condizioni da soddisfare per la combinazione della voce con altre voci all'interno di un enunciato. L'esempio più noto è la definizione data a scapolo (bachelor): i tratti semantici sono indicati dalle parentesi tonde, i differenziatori dalle parentesi quadre, le restrizioni dalle parentesi ad angolo:
scapolo → Nome → *(umano)* → *(adulto)* → *(maschio)* → *[che non è mai stato sposato]* *<umano>*.

Si può notare la differente natura degli elementi inclusi nella rappresentazione attraverso l'uso della negazione («Mario non è uno scapolo»), la cui portata è solo sul differenziatore, in quanto lascia comunque asseriti i tratti semantici.

All'interno di una concezione definitoria del significato, dunque, i concetti sono strutture complesse che implicano i loro costituenti, pertanto un concetto specifica la propria descrizione strutturale; si può addirittura prevedere che si possa trattare il lessico sulla base di una grammatica analoga a quella frasale, nella misura in cui, dato l'assunto che i concetti sono strutture complesse, il loro comportamento poteva essere deducibile dal comportamento dei singoli costituenti. Alla base vi era soprattutto l'idea che – come per il suono un tratto fonologico presente è tale di necessità – i costituenti fossero elementi necessari e non probabili, e fu tale assunto a determinare la presa d'atto di una impossibilità teorica e pratica a sviluppare siffatte teorie semantiche.

Il passo successivo è stato pensare ai costituenti non sulla base della loro necessità, quanto piuttosto della loro affidabilità: da essa deriva la rilevanza del costituente per l'individuazione del concetto. La cosiddetta teoria classica dei concetti si basa sull'idea che l'appartenenza categoriale debba necessariamente fondarsi sulla condivisione, da parte degli esemplari, di proprietà necessarie e sufficienti che definiscono il concetto (Smith e Medin 1981). Sulla base di tali proprietà avviene sia la discriminazione tra esemplari e non-esemplari del concetto, sia la percezione di equivalenza tra gli esemplari. Il problema è: quali sono gli attributi, le proprietà che definiscono la categoria, in quanto ogni esemplare, essendo equivalente ma nello stesso tempo diverso anche profondamente rispetto agli altri esemplari, possiede anche attributi che non sono definienti per la categoria, ma sono tuttavia crucialmente caratteristici dell'esemplare (Smith et al. 1974), attributi che sono sia percettivi che funzionali. Ad esempio, per la categoria "uccello" gli attributi definienti possono essere: ha sangue caldo, ha le piume, depone uova, ha due ali, ha due zampe, ha il becco; mentre gli attributi caratteristici potrebbero configurarsi come: è di piccola dimensione, può volare, può emettere suoni vocali, si posa sugli alberi, ecc. In base a tale distinzione nella tipologia degli attributi, può essere spiegato il fatto che i parlanti impiegano meno tempo a giudicare la frase "il pettirosso è un uccello" rispetto alla frase "la gallina è un uccello", in quanto nel secondo caso la bassa corrispondenza tra le caratteristiche dell'esemplare e quelle della categoria costringe ad un controllo più accurato degli attributi definienti, con il conseguente aumento del tempo che occorre per il riconoscimento della verità o meno della frase. Tuttavia tale ipotesi soffre di alcuni limiti: non è in
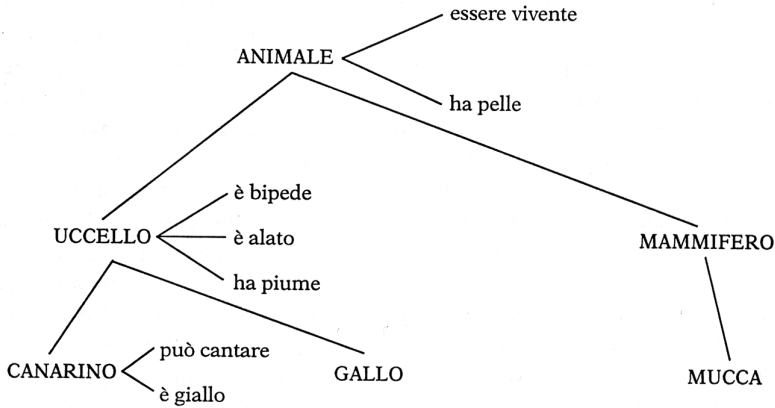
Fig. 18 Il modello di Collins e Quillian

grado di individuare su base certa quali sono le proprietà definibili come necessarie e/o sufficienti per la corretta rappresentazione del concetto, non è parimenti in grado di rendere conto delle relazioni fra attributi che possono essere cruciali per operare distinzioni categoriali.

Per quanto riguarda la messa in relazione dei concetti fra loro, il tipo di relazione assunto come cardine è la relazione di inclusione. Essa stabilisce precise relazioni di dipendenza tra concetti, e conseguentemente fra le caratteristiche associate ad essi. Ne è un esempio il modello proposto da Collins e Quillian (1969) quale modello di memoria semantica che ha ricevuto successive modifiche e perfezionamenti. Il concetto legato ad una voce lessicale è una struttura di dipendenze ad albero formata da proprietà tassonomiche e dalle loro caratteristiche o attributi: ogni concetto eredita le caratteristiche del concetto da cui è dominato. I rapporti di inclusione categoriale, come quelli rappresentati in figura 18, evidenziano tre livelli diversi all'interno della gerarchia: uno più generale, quello di animale, uno intermedio, quello di uccello e mammifero, uno specifico che contiene gli esemplari pertinenti.

La distanza tra nodi, pertanto, rende conto dei diversi tempi di riconoscimento che occorrono quando si mettono in relazione informazioni che si collocano su livelli distanti rispetto a quelle che pertengono allo stesso livello; ad esempio, occorrerà più tempo a riconoscere come vera la frase "il canarino può volare" rispetto a "il canarino è giallo". Si riscontra, infine, una certa centralità cognitiva del livello intermedio, nella misura in cui è il nodo categoriale su cui si concentra il massimo di informazione sugli attributi generali dei membri appartenenti alla categoria, inoltre su di esso si verifica il riconoscimento più rapido, e infine si palesa una maggiore salienza psicologica per l'apprendimento dei concetti. Basti pensare come nell'interazione comunicativa sia sempre più usato il termine di livello intermedio rispetto ai termini appartenenti agli altri livelli gerarchici: se passa un pastore tedesco, è assai più probabile che l'adulto/a si rivolga al bambino/a con la frase "guarda il cane", usando dunque il termine di livello intermedio.
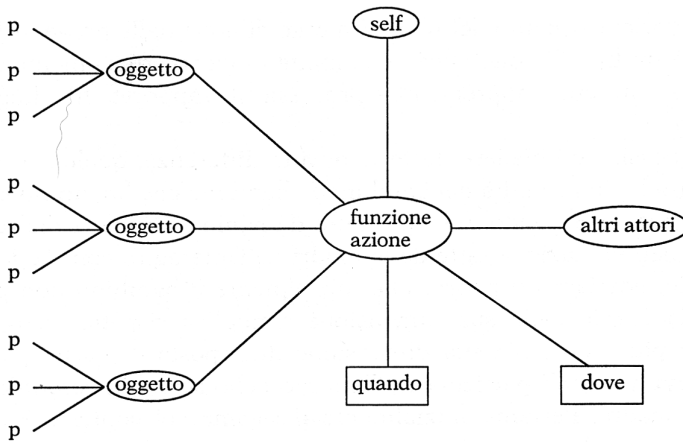
Fig. 19 Struttura semantica per Nelson

In approcci come quelli che emergono dalla ricerca di Katherine Nelson (1978, 1986), risulta evidente il ruolo assegnato al contesto nella formazione dei concetti, il cui sviluppo viene ad essere rappresentato sulla base di una rete semantica che scaturisce dall' elaborazione dell' esperienza su base relazionale. In particolare Nelson sostiene che tanto gli oggetti individuali quanto le categorie vengono definiti principalmente nei termini della loro azione o funzione, congiuntamente ad una parziale codificazione del luogo e del tempo. I dati sono rilevati su bambini/e dai 3 ai 5 anni, sulla base delle loro risposte a domande del tipo "che cos'è x?". Quando invece viene richiesta conoscenza più generale tramite domande come "cosa sai di x?", l'apprendente mostra di conservare l'elemento funzionale aggiungendo però altri tipi di informazione relativa alle proprietà degli oggetti e delle categorie, alle esemplificazioni. Pertanto sembra sostenibile l'ipotesi che l'informazione funzionale è l'informazione centrale nella struttura semantica interna delle parole; essa riflette le relazioni degli oggetti con altre persone, luoghi e cose. Il modello di struttura semantica proposto è, ove p indica le proprietà percettive dell'oggetto quello in figura 19.

Quando il termine da definire individua esso stesso un'azione o una funzione, la risposta evidenzia il ricorso a persone, posti e cose che sono correlate a quella funzione, mentre quando la definizione investe oggetti e/o categorie, la funzione è centrale e il ricorso a persone, luoghi o cose è informazione periferica o aggiuntiva. Secondo Nelson, il sistema concettuale delineato tramite il modello ora esposto intrattiene precise relazioni con le parole e i loro significati: inizialmente le parole stanno in un rapporto uno-a-uno con i nodi definiti nel reticolo concettuale, cosicché la struttura semantica non è differenziata dalla struttura concettuale, ed il rapporto con i termini del linguaggio è diretto, senza che l'informazione idiosincratica o episodica ne sia un componente centrale. La differenziazione fra struttura concettuale e struttura semantica della lingua avviene tra i 3 e i 5 anni, attraverso processi di progressiva generalizzazione all'interno dei quali, tuttavia, la relazione funzionale svolge un

ruolo di ordinamento, nel senso che è il parametro mediante il quale può avvenire l'inclusione degli esemplari in categorie sovraordinate (es. gli animali: "si muovono e mangiano, e sono cani, gatti, ecc.", il cane: "si muove, mangia"). Sarà su questa base che, successivamente, si potrà creare il rapporto diretto tra categorie sovraordinate e sottordinate senza più la necessità di trovare nella funzione l'elemento di mediazione (es. "il cane è un animale").

Come possiamo constatare, si tratta di una concezione evolutiva del sistema concettuale associato alla lingua, in quanto per Nelson ciò che è conosciuto del significato della lingua in età adulta non necessariamente coincide nella modalità con ciò che lo stesso soggetto conosce nell'infanzia. Elaborare un sistema di conoscenze relativo al significato della lingua non può essere considerato come un processo continuo che procede per arricchimento quantitativo, ma immutato nelle modalità di rappresentazione e strutturazione del significato; piuttosto, la crescita delle conoscenze procede attraverso fasi di natura anche assai diversa l'una dall'altra, attraverso trasformazioni nelle stesse modalità di rappresentazione. Nella fase iniziale il bambino/la bambina costruisce le proprie conoscenze relative alla categorizzazione del reale sulla base dell'interazione tra il sé e l'ambiente circostante; è il sé che si mette in relazione con persone, luoghi, oggetti, all'interno di una precisa situazione eventiva. Successivamente, e progressivamente, la lista di relazioni equipollenti muta forma di rappresentazione in quanto acquista una struttura interna, ove trovano giusto ruolo anche le caratteristiche percettive legate alla forma e non più soltanto alla funzione dell'oggetto.

Un ulteriore allontanamento da una concezione definitoria del concetto, nella direzione di un aumentato ruolo attribuito alle relazioni di comparazione per le categorie naturali emerge dalla ricerca di Elisabeth Rosch (1973; 1978) e di Rosch e Mervis (1975), i quali trovano nel concetto di somiglianza di famiglia, propria della teorizzazione wittgensteiniana, la base per la formazione dei concetti. In altri termini, il concetto viene ad essere definito non più tramite attributi necessari e sufficienti, che in quanto tali sono strutturalmente presenti o assenti in modo assoluto, ma piuttosto mediante caratteristiche altamente correlate che determinano la attribuzione categoriale mediante la somiglianza tra esemplari (ad esempio, la relativa combinazione fra ali e piume). Dalla presenza di una caratteristica si può inferire la presenza delle caratteristiche altamente correlate ad essa anche nei casi di non sufficiente manifestazione superficiale, rendendo il riconoscimento categoriale non necessariamente analitico su tutti gli attributi propri della categoria. L'inclusione categoriale di un esemplare e più in generale il formarsi di tassonomie sulla base di relazioni sopraordinate e/o sottordinate, sono processi che hanno certo un fondamento analitico, in quanto le caratteristiche distintive svolgono un ruolo importante per decidere l'appartenenza categoriale, ma soprattutto sono processi che sfruttano l'assunzione di un esemplare, particolarmente rappresentativo rispetto agli attributi definenti, come prototipo per la categoria. Pertanto l'inclusione categoriale avviene per analisi contrastiva rispetto al prototipo, in ragione del fatto che ha il maggior numero di caratteristiche in comune con il resto degli appartenenti alla categoria, rendendo le misure di somiglianza familiare e di prototipicità altamente correlate. L'appartenenza ad un concetto è definita sulla base dell'essere simile all'esemplare prototipico del concetto, di conseguenza le caratteristiche anche presenti nel prototipo non sono intese come necessarie e

sufficienti bensì come altamente probabili o semplicemente probabili (vedi i casi dell'esemplare struzzo per la categoria di uccello, che ha le ali ma non vola bensì corre molto velocemente). In questa prospettiva, Smith e Osherson (1984) arrivano a proporre di considerare i concetti come matrici di caratteristiche ponderate piuttosto che esemplari: il prototipo MELA potrebbe specificare tra le varie caratteristiche prototipiche il colore rosso, dunque sarebbe comunque possibile creare il prototipo di "mela viola" in quanto avrebbe tutte le caratteristiche tipiche della mela salvo che rimpiazzerebbe la caratteristica rossa con la caratteristica viola il cui peso è adeguatamente accresciuto.

Comunque, in generale, l'esemplare di una categoria viene giudicato più tipico sulla base del numero di caratteristiche che condivide con altri esemplari e viceversa. Oltre una certa misura, quando la somiglianza si attenua sempre più, l'esemplare viene a trovarsi in quelle zone che risultano sfumate rispetto all'insieme definito dal prototipo, di conseguenza il riconoscimento diviene sempre più difficoltoso fino a produrre "errori": ne sono esempi l'anomala categorizzazione del pinguino come uccello, o della balena come mammifero e non come pesce. Sono state fatte delle osservazioni sulla categoria frutta per parlanti italiani ed è emersa una precisa scala di appartenenza categoriale: gli elementi prototipici sono mela, pesca, banana, ciliegia, arancia, pera, susina, albicocca, uva, fragola, mandarino; a livello intermedio si collocano esemplari come ribes, fico d'india, dattero, noce, limone; al livello più basso, vale a dire quelle zone ormai sfumate ove non è affatto sicura l'inclusione categoriale, si trovano pomodoro, oliva, zucca.

L'appartenenza ad una determinata categoria, pertanto, viene considerata non in termini dicotomici, ma sulla base di una gradualità, la quale consente di assegnare l'appartenenza secondo una scala di valori plurimi che va dallo zero a uno. La struttura prototipica delle categorie naturali sembrerebbe confermata da alcune osservazioni: il tempo di riconoscimento per l'appartenenza di un oggetto ad una determinata categoria risente fortemente della prototipicità (più l'esemplare è prototipico e minore è il tempo impiegato); la rievocazione mnemonica risente fortemente della prototipicità (sono più facilmente ricordati il prototipo e gli esemplari più vicini). Da questo ambito di indagine emerge, inoltre, che via via che il numero di esemplari conosciuti aumenta, la rappresentazione della struttura del concetto generale ne risulta rafforzata al di là del diminuire delle capacità del soggetto di discriminare fra le rappresentazioni dei singoli esemplari. In aggiunta, l'ampliamento del sistema di conoscenze concettuali, e la conseguente messa in relazione contrastiva di concetti relati, è un altro fattore che influisce positivamente sull'acquisizione dei concetti. Si tratta in sostanza di un'ipotesi che propone di considerare i processi di astrazione per generalizzazione – naturalmente implicati nel formare categorie quali insiemi che definiscono i confini entro i quali la variabilità individuale dei singoli esemplari può comunque essere riportata ad una medesimezza – radicati su forme molto concrete di comparazione. Da questo approccio, segue perciò abbastanza naturalmente che il modo in cui i bambini/le bambine formano i concetti non è sostanzialmente diverso da quello degli adulti/e, nella misura in cui hanno principi di organizzazione concettuale simili e conseguentemente l'informazione che ricevono dal mondo viene elaborata similmente in quanto sussistono analoghi vincoli cognitivi al modo in cui le entità vengono raggruppate in insiemi

categoriali. Questa prospettiva prevale nelle ricerche più recenti che sono fondate sulla supposizione che la somiglianza strutturale fra i concetti dei bambini/delle bambine e quelli degli adulti/e sia la condizione in base alla quale il processo di comunicazione fra differenti età è non solo possibile ma soprattutto non soggetto a fraintendimenti sistematici. Le differenze si collocano piuttosto a livello della quantità e del tipo di informazione elaborata in seno al concetto, ma la somiglianza della struttura ad esso assegnata offre la base su cui il concetto si sviluppa a partire da forme più semplici per arrivare alle forme complesse dell'adulto/a.

All'interno di una concezione più propriamente cognitivista, spesso l'attenzione si concentra maggiormente sui processi mentali che sui contenuti di tali processi, nel tentativo di evidenziare soprattutto quanto pertiene alla formazione di concetti sensoriali e quale ne sia il rapporto con l'esperienza. In questo quadro emerge che gli stessi meccanismi mentali attraverso i quali noi veniamo a sapere sul mondo che ci circonda (la percezione) non sono processi di registrazione passiva di informazioni convogliate dagli organi di senso, ma possono venire studiati come delle vere e proprie forme di categorizzazione, ossia come processi mediante i quali i sistemi percettivi selezionano e raggruppano informazioni diverse all'interno di uguali categorie di rappresentazione. In particolare le analogie tra percezione e categorizzazione sono esplorabili attraverso tre proprietà dei processi percettivi (Bruno 1998).

L'*equivalenza percettiva*: stimoli fisicamente diversi possono risultare equivalenti dal punto di vista percettivo, anche se equivalenti non significa indistinguibili, come invece accade nel metamerismo, ove stimoli diversi risultano non solo equivalenti rispetto ad una dimensione, ma addirittura del tutto indistinguibili. Il sistema uditivo ha ottimizzato la sua sensibilità in funzione del diverso rumore di fondo presente nelle gamme delle frequenze udibili, allo stesso modo anche per il sistema visivo esiste una gamma di frequenze all'interno delle quali la struttura geometrica della luce che arriva all'occhio convoglia informazione sulla modulazione di intensità presente nel mondo fisico. In generale potremmo dire che il processo di percezione richiede che vi sia il trasferimento di alcune proprietà di un oggetto fisico (la vibrazione di un corpo o l'interazione di un materiale con la luce) a un mezzo (le molecole dell'aria o i fotoni), in questo modo le proprietà del mezzo dipendono in maniera regolare dalle proprietà dell'oggetto fisico, però non tutte le proprietà del mezzo costituiscono informazione rilevabile dal sistema percettivo di cui siamo dotati. Dunque per definire cosa costituisce informazione per un sistema percettivo è necessario considerare il rapporto fra il mondo fisico, il mezzo, e le caratteristiche del sistema coinvolto.

La *correlazione fra proprietà distali e percettive*: chiamiamo proprietà distali le proprietà fisiche (ad esempio la grandezza di un oggetto) e proprietà prossimali le proprietà della stimolazione disponibile all'organo di senso (ad esempio l'angolo visivo sotteso ad un oggetto rispetto a un punto di vista). Il modo in cui queste proprietà tendono a correlarsi è pensabile come una forma di categorizzazione, nel senso che un gran numero di stimolazioni prossimali viene ricondotto alla stessa proprietà percepita, la quale a sua volta corrisponde ad una sola proprietà distale. Col termine di costanza percettiva si fa riferimento al fatto che, di fronte ad una proprietà distale stabile, anche il percetto rimane stabile nonostante le eventuali variazioni nella stimolazione prossimale che è implicata. Tuttavia la correlazione fra distale e prossimale non

si identifica esclusivamente nella costanza percettiva, giacché noi percepiamo non solo le proprietà stabili degli oggetti, ma anche il loro mutamento. Un esempio è la variazione della grandezza percepita in funzione della distanza: gli oggetti non cambiano dimensioni al variare del punto di osservazione e pur tuttavia l'angolo solido sotteso dalle sue superfici è inversamente proporzionale alla distanza. In generale il sistema percettivo combina informazioni nello spazio e nel tempo per superare l'indeterminazione locale, nella misura in cui non solo la grandezza, ma anche le altre proprietà come la forma, il movimento, la posizione, il colore, risultano localmente ambigue in quanto le proprietà prossimali della stimolazione non determinano in modo univoco le proprietà distali.

Il *passaggio dal continuo al discreto*: nel riconoscimento, si passa da una codifica continua dell'informazione ad una codifica discreta, pertanto il riconoscimento implica una vera e propria categorizzazione percettiva. L'esempio più chiaro è la discriminazione dei fonemi (crf. 3.1.) o parimenti il riconoscimento spettrale dei colori: il colore di una luce o di un corpo non è una proprietà intrinseca di quella luce o di quel corpo, ma è un aspetto che il nostro sistema visivo attribuisce loro. Noi abbiamo a disposizione tre tipi di recettori retinici, i coni che contengono sostanze fotosensibili: i coni L (rossi) sensibili alle lunghezze d'onda più lunghe, con un massimo di sensibilità a 564 nm[16]; coni M (verdi), sensibili a lunghezze intermedie, con un massimo a 530 nm; i coni S (blu), sensibili a lunghezze tra 400 e 500 nm, con sensibilità massima a 437 nm. I colori delle luci che vediamo sono associati alle diverse percentuali di stimolazione dei tre tipi di coni; questo spiega perché si può ottenere un numero altissimo di differenti sfumature con tre tipi soli di recettori. Si può notare, tuttavia, che la formazione di confini categoriali nel riconoscimento di stimoli può aver luogo anche solo in conseguenza dell'apprendimento, come accade ad esempio nel caso della formazione di categorie musicali, come gli intervalli tonali, che dipende crucialmente dall'addestramento musicale del soggetto.

Da quanto esaminato, la percezione risulta essere un processo complesso che svolge funzioni non dissimili da quelle di processi come la categorizzazione; sistemi percettivi diversi, se esaminati nella loro attività, vengono ad esibire proprietà funzionali simili. Ricordiamo al riguardo anche quanto afferma Freeman: «il punto più importante è che i sistemi olfattivo, visivo, uditivo e somatosensitivo, pur presentando differenze sostanziali per quanto concerne la sensazione, devono avere essenzialmente gli stessi meccanismi per la percezione, poiché nel cervello i messaggi provenienti da tutti i diversi sistemi sensitivi ad un certo livello si combinano e formano percezioni multisensoriali unitarie» (Freeman 2000: 84). Viene così ad essere messa sotto osservazione critica una concezione modulare rigida per l'architettura della mente umana, in ragione del fatto che fenomeni come il passaggio dal continuo al discreto nella formazione delle categorie percettive sembrano indicare che l'apprendimento, ed i cosiddetti processi superiori, influenzano e sono parte integrante dei processi implicati nel riconoscimento. Si tratta, pertanto, di sottolineare le interrelazioni tra percezione e categorizzazione, ed evolutivamente è concepibile che proprio le caratteristiche dei meccanismi della percezione abbiano offerto la base su cui sviluppare i processi di

[16] nm = nanometro = miliardesimo di metro.

livello superiore come la categorizzazione. Fondamentali analogie esisterebbero dunque tra gli algoritmi propri della percezione e quelli propri della categorizzazione.

Rispetto alle ipotesi fino ad ora presentate, si colloca in posizione fortemente critica la ricerca di Fodor (1990; 1999), secondo il quale una teoria dei concetti, in quanto teoria degli stati mentali di cui i concetti sono costituenti, deve basarsi in primo luogo sull'idea che il contenuto semantico sia eminentemente informazione, e goda di alcune caratteristiche fondamentali: la composizionalità che spiega produttività e sistematicità. Dato che le capacità di rappresentazione mentale umane sono finite, l'infinità dei concetti richiede di essere rappresentabile in maniera finita. Pertanto si richiede che i concetti siano individuati dai loro contenuti e dalla loro sintassi, da cui segue che la sintassi e i contenuti dei concetti complessi sono derivati dalla sintassi e dal contenuto dei loro costituenti. Inoltre, la sistematicità in quanto proprietà organizzatrice della mente umana che ci consente di stabilire relazioni tra pensieri (se ho il pensiero che non (P&Q), allora possiedo anche i pensieri che non P, non Q) può essere spiegata solo assumendo che i pensieri implicati sono tali in quanto hanno gli stessi costituenti. Di conseguenza, produttività e sistematicità rendono necessaria la composizionalità dei concetti; da ciò segue per Fodor l'insostenibilità della teoria prototipica del concetto, in ragione del fatto che i prototipi non sono composizionali. La teoria rappresentazionale della mente proposta da Fodor (1999) parte dall'assunto che vi sono un'infinità di concetti complessi ed un'infinità di concetti primitivi; il loro contenuto è dato da una semantica informazionale basata sulla relazione nomica mente-mondo: possedere un concetto non è conoscere qualcosa, ma essere nomologicamente collegati alla proprietà che il concetto esprime. Il rapporto fra il contenuto del concetto ed il contenuto dell'esperienza che lo determina (per es. ROSSO rispetto alla percezione visiva della rossità) si spiega sulla base di un assunto di innatezza non del contenuto ma dei processi mentali che conducono stabilmente dall'esperienza di R all'acquisizione del concetto R. Dunque, avere un concetto è "riecheggiare" la proprietà che il concetto esprime: essere rosso è avere quella proprietà che le menti umane riecheggiano in seguito ad esperienze rilevanti con rossità stereotipiche, dove stereotipo è semplicemente una nozione statistica,una sorta di database per procedure di riconoscimento rapido. Dunque non c'è per Fodor apprendimento induttivo dall'esperienza neppure per i concetti primitivi, e ciò che deve essere innato per renderci collegati al concetto sono tutti quei meccanismi che sono necessari perché le proprietà come essere rosso ci appaiano tali, non i concetti.

Come possiamo constatare, al di là del tono talvolta fortemente polemico e sentenzioso dell'autore, si trovano anche nella trattazione intenzionalmente alternativa di Fodor caratteristiche che sono presenti in modo rilevante sia nella teorizzazione di Rosch, sia nella ricerca sulla percezione in ambito cognitivista.

7.3. Sviluppo semantico e sviluppo della memoria semantica

Un argomento collegato al trattamento del significato linguistico è naturalmente la memoria che supponiamo sia associata al tipo di conoscenze e/o informazioni che rappresentano il versante del contenuto relativamente al segno linguistico. In

generale, le ipotesi sull'organizzazione della memoria umana traggono plausibilità anche dallo studio delle forme in cui si possono presentare i disturbi mnesici. Vi sono casi di pazienti che imparavano complesse attività motorie – per disegnare i contorni di una stella con un lapis senza guardare direttamente né la mano né il lapis ma facendolo solo attraverso uno specchio – ma che una volta interrogati sui palesi miglioramenti nell'abilità acquisita rispetto alle difficoltà dei primi giorni rispondevano di non sapere di cosa si stesse parlando perché dicevano di non aver fatto mai quell'attività prima di quel preciso momento. Casi come questi rendono evidente che bisogna distinguere fra corpi differenti di conoscenza inerentemente alla memoria. In particolare, tali pazienti mostravano di non avere immagazzinato la conoscenza relativa a oggetti luoghi e persone inerenti alla attività che invece avevano imparato a compiere. Si tratta cioè di quella memoria che viene denominata come *dichiarativa* o *esplicita*, che richiede partecipazione consapevole e richiamo consapevole di una faccia, di un nome, di persona o di oggetto, di una locazione nello spazio. Questo tipo di disturbo si presentava in genere in pazienti che avevano sviluppato amnesia a seguito di interventi sull'ippocampo, o in subordine sulle regioni paraippocampale. Per quanto riguarda in generale l'organizzazione della memoria umana, col termine memoria *implicita* viene definita quel tipo di memoria che non è legata all'esperienza soggettiva interna del ricordare ed ha a che fare con diverse forme quali la memoria comportamentale, emozionale, percettiva e probabilmente somatosensoriale. Quando invece è associata l'esperienza soggettiva del ricordare, si parla di memoria esplicita o dichiarativa, che si distingue in memoria episodica e memoria semantica: la memoria *episodica* riceve e organizza l'informazione su episodi o eventi temporalmente datati, la memoria *semantica* è la memoria necessaria per l'uso del linguaggio, è la memoria per le parole e altri stimoli verbali, i loro significati, le loro relazioni. Nella memoria episodica la successione di due eventi viene registrata nell'esatto ordine di accadimento, nella memoria semantica può accadere l'opposto giacché, ad esempio, può essere la relazione causale tra i due eventi a costituirne la modalità di archiviazione. Le due memorie però non sono indipendenti, in quanto il sistema che elabora le informazioni è unico, quindi gli input vengono archiviati nello stesso modo, inoltre la memoria semantica è ovviamente attiva anche quando elaboriamo strutture eventive.

Quando rievochiamo memorie esplicite di tipo semantico o episodico, dunque, abbiamo una sensazione precisa: sappiamo che stiamo ricordando qualche cosa, con un senso soggettivo del ricordo che è invece completamente assente nella memoria implicita. Inoltre, attraverso la memoria semantica siamo in grado di richiamare diversi tipi di dati e informazioni; per esempio, i nomi delle capitali dei principali stati europei. Se ricordiamo che una volta siamo stati in queste città, ma non riusciamo a evocare un senso di noi stessi durante il viaggio, abbiamo un ricordo semantico riferito a un avvenimento che abbiamo vissuto personalmente. In passato un ricordo di questo tipo sarebbe probabilmente stato considerato come autobiografico, ma studi recenti sostengono l'idea che fra i ricordi che non sono accompagnati da un senso di sé nel tempo e quelli di natura episodica esistono differenze significative (Wheeler et al. 1997). La coscienza noetica (l'essere a conoscenza del fatto di essere stati in Europa) e quella autonoetica (il ricordare la nostra esperienza soggettiva del viaggio) sarebbero in effetti il risultato di processi distinti: i ricordi di tipo episodico derivano

dall'attivazione di rappresentazioni autobiografiche, ed evocano un processo di viaggio mentale nel tempo che è assente nei ricordi di tipo semantico.

Gazzaniga (1999) ricollega i differenti tipi di memoria alla specializzazione emisferica, in particolare all'idea che si trovi collocato esclusivamente nell'emisfero sinistro un sistema specifico – denominato interprete – volto a dare una spiegazione agli eventi interni ed esterni, a costruire «una storia continua delle nostre azioni, delle nostre emozioni, dei nostri pensieri e dei nostri sogni» (Gazzaniga 1999: 168). È l'interprete, dunque, che ci permette di collegare le nostre storie entro una percezione di unità, entro una sorta di teoria della nostra vita personale ove sono proprio le storie del nostro passato a costituire consapevolezza di sé.

Entro tale articolazione complessa della memoria, possiamo riportare, in certa misura, la distinzione che dobbiamo sempre tenere presente quando trattiamo del significato associato ad un significante. Il significato denotativo, o denotazione, è il significato inteso in relazione a ciò che il segno descrive e rappresenta, corrisponde cioè al valore di identificazione che la parola ha rispetto alla realtà esterna, ad un referente (es. gatto: felino domestico di piccole dimensioni, ecc.); il significato connotativo, o connotazione, indica invece un significato in certa misura soggettivo, in quanto è relato a ciò che la parola evoca per il parlante sulla base delle sue esperienze soggettive (es. gatto: animale grazioso, furbo, pigro, indipendente, che può graffiare, ecc.). All'interno del significato denotativo, si distingue poi tra significato lessicale, relativo alle voci che rappresentano oggetti, entità o concetti della realtà esterna, e significato grammaticale, relativo ai termini che rappresentano concetti o relazioni interne al sistema linguistico, quali ad es. articoli, preposizioni, congiunzioni. Si indicano le prime come parole semanticamente piene, i secondi come parole semanticamente vuote. Infine, vi è tutto un insieme di conoscenze associate al segno linguistico che identifica il significato enciclopedico, o enciclopedia, vale a dire attribuzioni di contenuti che derivano dall'esperienza e dalla conoscenza della realtà esterna (es. per gatto, tutto ciò che sappiamo sui gatti, cosa fanno e cosa sono). Come possiamo constatare, si ripropone anche in quest'ottica la distinzione fra ciò che dipende dall'esperienza concreta, episodica, di ciascun parlante e ciò che invece si suppone dotato di caratteristiche generali, non dipendenti dai contesti individuali, per quanto riguarda la semantica che ciascun parlante associa alla propria lingua nativa.

Riguardo alla distinzione fra memoria episodica e memoria semantica, ci possiamo chiedere come esse si sviluppano ontogeneticamente e se fra esse sono ipotizzabili oppure no delle relazioni. Da un punto di vista evolutivo, Nelson ha sostenuto che la memoria semantica deriverebbe dalla memoria episodica, tramite due forme principali, il concetto e lo schema. Mentre il concetto si riferisce a elementi che hanno proprietà simili e che sono equivalenti in quanto dotate delle stesse caratteristiche, lo schema è una struttura di insieme che riunisce gli elementi diversi sulla base di relazioni spazio-temporali. Correlatamente, si può notare che le produzioni linguistiche con le quali i bambini della scuola elementare danno definizioni lessicali di parole del lessico di base, richiamano direttamente i concetti di memoria episodica quale base per la costruzione di quella memoria semantica che successivamente darà luogo alle definizioni sinonimiche o parasinonimiche (Brandi e Cordin 1990). Analogamente possiamo richiamare come per Donald (1996) la ricostruzione filogenetica del sorgere

del linguaggio nell'homo sapiens fu preceduta prima dalla cultura esclusivamente episodica delle antropomorfe, cui succedette una cultura mimica che costruì rappresentazioni mentali del singolo episodio, dunque una generalizzazione entro un sistema simbolico, tramite il gesto.

In approcci più orientati neurobiologicamente, la relazione di dipendenza sostenuta da Nelson fra i due tipi di memoria tende a farsi non solo assai più sfumata ma ad assumere anche una diversa direzione. Secondo Siegel (2001), a partire dai primi giorni di vita, il cervello risponde alle nostre esperienze attraverso la creazione di connessioni tra diverse cellule nervose. I circuiti che vengono stimolati simultaneamente tendono ad associarsi e a essere attivati contemporaneamente anche in seguito, in base a un fenomeno che è noto come assioma di Hebb[17]. Nel periodo che precede lo sviluppo dell'ippocampo, il cervello è in grado di registrare solo ricordi di tipo implicito. Queste memorie, quando vengono successivamente riattivate, non sono accompagnate da un senso di sé, del tempo, o dalla sensazione di stare ricordando qualche cosa, ma semplicemente creano l'esperienza mentale di comportamenti, emozioni o percezioni. La sintesi e la generalizzazione di tali esperienze porta alla formazione di schemi o modelli mentali, che rappresentano i prodotti fondamentali della memoria implicita.

Durante il secondo anno di vita, lo sviluppo dell'ippocampo consente la comparsa della memoria esplicita, che permette l'immagazzinamento a lungo termine (permanente) di ricordi, in un primo tempo unicamente semantici, e più tardi anche autobiografici. I processi di registrazione di questi ricordi richiedono un'attenzione specifica e dipendono dall'attività dell'ippocampo, danno luogo a una forma di richiamo che è associata alla sensazione di ricordare e – nel caso della memoria autobiografica – a un senso di sé in un determinato momento del passato. Nel passaggio delle informazioni dalla memoria a lungo termine a quella permanente sembra svolgere un ruolo essenziale un processo noto come "consolidamento corticale": i ricordi vengono immagazzinati nelle regioni associative corticali, e il loro richiamo non dipende più dall'ippocampo.

I processi narrativi autobiografici sono influenzati direttamente sia dalla memoria implicita, sia da quella esplicita, e svolgono un ruolo fondamentale nel conferire un senso alle nostre esistenze e nel collegare fra loro le nostre menti all'interno di una rete di relazioni interpersonali.

Lo sviluppo della memoria esplicita coinvolge diversi aspetti delle interazioni del bambino col suo ambiente. Precisamente, durante il secondo anno di vita il bambino acquisisce progressivamente la capacità di ricordare le sue esperienze nell'ordine in cui si sono verificate, il che gli permette di sviluppare il senso del tempo, della successione degli eventi (Edelman 1993). Diventa capace di aspettative, incomincia a riconoscere che cosa può attendersi in determinate situazioni, e ciò talvolta lo porta a reagire in maniera molto vivace e intensa a eventuali deviazioni dalla norma. Contemporaneamente, nella sua mente si crea una "mappa di rappresentazioni" che gli consente di collocare le cose nello spazio. In entrambe queste funzioni sembra che giochi un ruolo fondamentale l'ippocampo. In effetti, animali in cui è compromessa

[17] Crf. 9.1.

l'attività di questa regione cerebrale perdono, per esempio, la capacità di muoversi in un labirinto; da queste osservazioni emergerebbe l'idea che l'ippocampo sia una sorta di "organizzatore cognitivo", essenziale nel determinare lo sviluppo di un senso di sé nel tempo e nello spazio. La capacità del cervello di generare tali rappresentazioni spazio-temporali ha ovviamente una grande importanza in termini di sopravvivenza, e la memoria esplicita ha in questo senso un ruolo essenziale, permettendoci di ricordare non solo dove sono le cose, ma anche quando si trovavano li.

Nello stesso tempo i bambini incominciano a sviluppare un'immagine più complessa di se stessi nel mondo. Questo senso della propria identità è stato evidenziato da studi che hanno analizzato come bambini di circa due anni a cui è stato disegnato un segno rosso sul viso reagiscono di fronte a uno specchio. I bambini notano rapidamente la presenza di qualche cosa di anomalo nel loro riflesso, il che dimostra che nella loro mente possiedono un'immagine abbastanza chiara del loro aspetto abituale; inoltre, già all'età di diciotto mesi, per cercare di capire che cosa il segno rosso significhi toccano se stessi, e non lo specchio. Considerati nel loro complesso, i processi maturativi che si verificano nel corso del secondo anno indicano che il bambino sta sviluppando un senso di sé, del mondo fisico, del tempo e della successione degli eventi, che insieme formano le basi di una memoria esplicita autobiografica.

È nella memoria permanente che può essere individuato quel sistema che contiene tutte le unità di conoscenza relative a concetti, categorie, schemi, significati e che rende conto delle loro interrelazioni alla stregua di un vero e proprio «grafo di lemma» (per usare come metafora il concetto lessicografico elaborato da Betti 1984). La memoria semantica, pertanto, può essere analizzata in base ad alcuni parametri. Abbiamo già considerato i rapporti che la memoria semantica può intrattenere con la memoria episodica: si tratta certamente della distinzione tra sistemi che differiscono per condizioni di formazione, recupero dell'informazione, ma è anche vero che parrebbe sostenibile una separazione non netta tra le due memorie, nella misura in cui tutta la nostra conoscenza deriva anche dalla nostra esperienza personale ed è forse rispetto ad essa e sulla base di essa che operiamo quelle forme di astrazione che portano alla "semantizzazione" del vissuto. Possiamo considerare, poi, che la memoria semantica differisce dalla memoria episodica in ragione della sua natura linguistico-proposizionale: si tratta di una conoscenza che non solo mette in relazione le parole con le cose, ma è soprattutto una conoscenza dei e sui rapporti delle parole tra loro, è in sostanza una conoscenza organizzata linguisticamente. La capacità di dare definizioni lessicali delle parole della propria lingua, altro non è che la capacità di esprimere il significato delle parole tramite proposizioni, e dove la relazione gerarchica tra parole permette di dar luogo alla categorizzazione: la relazione che il concetto esprime, e nel concetto si esprime, è costruita dal linguaggio. Infine la memoria semantica può essere analizzata in base alla natura gerarchizzata delle conoscenze che la compongono, relativa sia alla conoscenza categoriale, sia alla conoscenza schematica. La rappresentazione di un contesto, di un evento, di una scena non è mai una riproduzione esatta della realtà, ma una rappresentazione basata sulla selezione di alcuni elementi come prominenti all'interno dell'input sensoriale vero e proprio.

Riguardo alle conoscenze concettuali e all'organizzazione del significato linguistico, dall'analisi della memoria emerge una linea interpretativa che stabilisce corre-

lazioni consistenti fra neurobiologia, da un lato, e l'origine sociale della conoscenza, dall'altro. Infatti i concetti vengono ad essere derivati dalla rappresentazione delle esperienze quotidiane, dai contesti sociali in cui il bambino entra in relazione interpersonale con l'altro da sé per dare forma al percetto attribuendogli un senso, senza del quale non può costruirsi conoscenza.

7.4. Parole e concetti: l'acquisizione

Partendo dall'idea di Slobin che la relazione tra parole e concetti è indiretta, in quanto le parole evocano le idee, non le rappresentano, Clark sostiene che le parole semplicemente etichettano i concetti, pertanto imparare il significato delle parole ha a che fare con l'imparare quale concetto o concetti ciascuna parola distingue convenzionalmente entro una specifica comunità linguistica.

Nel primo vocabolario si trovano parole per:
- 1-1.5 anno: persone (mamma, babbo, mimmo/a);
- 1.5-2.0 anni: veicoli, giocattoli, cibo, parti del corpo (prima solo della faccia come naso, occhi, bocca, ecc), qualche parola su indumenti; talvolta hanno parole per saluto, e pochi termini per azioni e stati quali su, via, più, e parole di routine.

Prevalgono esemplari prototipici della categoria denotata, e termini del livello basico, anche se non possiamo presumere in assoluto che vi sia coincidenza fra adulto e bambino/a nella percezione di una categoria come basica. I nomi sono assai precocemente e rapidamente intesi per tipi e non per individui. Le categorie superordinate e subordinate emergono senza manifestare alcun elemento di ordinamento; tuttavia, l'inclusione categoriale non è la sola relazione che i bambini/le bambine devono imparare in quanto alcune categorie devono essere raggruppate come parti di altre categorie, ad esempio una mano è parte del corpo, un albero è parte di una foresta. Sembra che nel caso di domini non familiari, la relazione parte-tutto abbia la precedenza sulla relazione di inclusione categoriale, inoltre quest'ultima deve essere probabilmente acquisita separatamente per ciascun dominio ed in particolare le etichette per categorie super- e sub-ordinate sono acquisite più tardi e forse sono anche più ardue da applicare su categorie concettuali.

All'interno degli oggetti, intorno ai 3-4 anni sembra esistere la distinzione tra oggetti dotati di confini, quali cani, sedie o foglie, e materiali che invece formano massa, come latte, sabbia, o acqua, distinzione che in talune lingue, come ad esempio l'inglese, dà luogo a distinti trattamenti grammaticali (i nomi-massa non vogliono articoli e forma plurale) che vengono rispettati dai bambini/le bambine anche se la maggior parte delle loro parole è costituita da oggetti numerabili.

Si palesa, inoltre, una netta preferenza per i termini di oggetti rispetto a quelli di situazioni ed anche la produzione spontanea di nuove parole è più frequente per referenti di oggetti che di attività. Secondo alcuni studiosi, tale asimmetria può essere il riflesso di una differenza fondamentale nel modo in cui sono organizzate concettualmente categorie di oggetti e categorie di situazioni. In particolare, si nota che i nomi sono posti in relazione maggiormente con altri nomi che segnano categorie dello

stesso livello, superordinate o subordinate (cane-gatto-cavallo, oppure gatto-animale-siamese) mentre i verbi vengono più frequentemente posti in relazione con i nomi delle categorie di oggetti che possono eseguire l'attività espressa dal verbo, piuttosto che con altri verbi.

Per quanto concerne le situazioni, possiamo notare che quando iniziano ad usare suffissi verbali relativi a tempo ed aspetto tendono ad usare -ing solo per i processi e -ed solo per gli eventi. In particolare per gli eventi, ove l'attenzione è sul cambiamento di stato, i bambini/le bambine prima dei 2 anni usano espressioni esclusivamente per il risultato (su, rotto) mentre dai 2 anni compaiono verbi come "fare" e che esprimono la causalità stessa, dando ulteriore prova della distinzione concettuale tra eventi e processi. In questo stesso periodo di età distinguono fra situazioni e stati. Secondo gli studi di Nelson (1986), i primi aggettivi indicano stati temporanei, risultato di precedenti azioni (sporco, rotto), mentre dai 2 anni cominciano ad apparire anche proprietà permanenti, distinzioni degli oggetti tramite forma e colore, come pure l'uso di indicazioni di possesso o di uso. Da tutto ciò, Clark deduce che nel primo vocabolario dalle 50 alle 200 parole, i bambini/le bambine possiedono termini per oggetti, situazioni e stati, dunque manifestano contrasti linguistici che fanno presumere che le corrispondenti categorie concettuali siano acquisite. Resta naturalmente da considerare quali significati attribuiscono a questi termini.

7.5. L'acquisizione del significato

A questo punto, dobbiamo chiederci come il bambino riesca a legare le varie voci lessicali di cui dispone ai propri significati. Quine (1960) si domanda: "dato un output linguistico e una situazione a cui l'output si riferisce, com'è che un adulto intelligente, e ancor di più un bimbo di 18 mesi, riesce a venire a capo del significato di una nuova parole, di fronte alla varietà di opzioni interpretative disponibili?".

La risposta è senza dubbio estremamente complessa: in effetti, ci dobbiamo chiedere come il bambino sia in grado di attribuire, per usare un esempio di Karmiloff-Smith (1995) il significato "gatto" all'animale in questione, quando l'adulto indicandolo dice "guarda un gatto!". Come riesce a capire che il parlante si sta riferendo all'intero animale e non, invece, ai suoi "baffi" o "al colore del pelo" o alla "ciotola dell'acqua" che gli sta vicino …?

È chiaro che il bambino fa attenzione all'ambiente in cui le persone attorno a lui usano le parole e tentano di spiegargli il significato, ma questa spiegazione da sola non può bastare. È necessario che il bambino, per superare l'ambiguità delle interpretazioni, sia in grado di affrontare questo problema con un numero limitato di ipotesi sui possibili tipi di significato: un meccanismo che gli permetta, in un certo senso, di "restringere il campo".

Un gruppo di ricercatori ha mostrato che a 3 anni, ma forse già a partire dai 18 mesi, durante la fase dell'esplosione del vocabolario i bambini sembrano avere a disposizione tre strategie per identificare la corrispondenza tra la parola ed il suo riferimento (Markman 1989):

- l'assunzione dell'oggetto integrale: il bambino assume che la nuova etichetta ver-

bale si riferisca ad un oggetto come un tutto e non alle sue parti costitutive;
- l'assunzione tassonomica: il bambino estende l'uso della nuova etichetta verbale ad oggetti dello stesso livello categoriale, ma non a quelli connessi tematicamente; perciò la tendenza è quella di attribuire il significato a categorie di livello basico e non a categorie sopra- o sotto-ordinate: (tornando all'esempio precedente: "gatto" e non "animale" o "cucciolo");
- l'assunzione di mutua esclusione: sentendo per la prima volta una certa etichetta verbale, il bambino tende ad applicarla ad un oggetto per il quale non ha ancora a disposizione un'etichetta, dato che, magari, nella scena in questione altri oggetti dispongono già di un nome.

Markman, però, pone l'accento sul fatto che queste assunzioni non sono dei veri e propri assiomi, ma hanno un carattere probabilistico in quanto, in alcuni contesti possono non essere rispettate. Per esempio, nuovamente di fronte alla scena di un gatto ed all'affermazione dell'adulto: "guarda che bella coda!", il bambino che ha già a disposizione l'etichetta "gatto", non considera più l'assunzione dell'oggetto integrale, ma, grazie all'assunzione di mutua esclusione, attribuisce la parola nuova "coda" ad una caratteristica dell'oggetto di riferimento.

Per Clark, i bambini/le bambine vanno alla ricerca di consistenze da un'occasione alla successiva per formare ipotesi iniziali su quale significato il termine designa. Ci possono essere differenti relazioni, logicamente possibili, fra il significato dell'adulto e quello dei bambini/le bambine, a seconda che sia ipotizzata stabilità o instabilità di significato da un'occasione all'altra. Nel caso di assunta instabilità, la parola equivale ad un deittico, mentre nel caso di stabilità può aver luogo sovraestensione, sottoestensione, sovrapposizione, coincidenza, fraintendimento.

Sovraestensione: compare di solito fra 1.0 e 2.6, ed in questo periodo più di un terzo del vocabolario è interessato dal processo, e maggiormente per le categorie di oggetti (cane, scarpe, palla) che di non oggetti (su, giù, via); in genere essa decresce con l'aumentare del vocabolario. Ad esempio, nel bambino osservato da Leopold la parola "dog" veniva inizialmente usata per cani e mucche, ma una volta che la parola "cow" veniva acquisita e si aggiungeva al vocabolario, non si manifestavano più usi di "dog" per indicare esemplari appartenenti alla categoria delle mucche. Nella sovraestensione i bambini/le bambine sembrano esprimere giudizi basati sulla similarità fra categorie vicine per decidere se una parola può essere usata per designare quell'ulteriore tipo di referente. Pertanto l'abilità a formulare giudizi di similarità sembra essere cruciale non solo per la formazione delle categorie concettuali ed altre rappresentazioni cognitive, ma anche per decisioni sull'uso delle parole.

Sottoestensioni: il loro reperimento è più difficoltoso, perché ogni uso che viene fatto è comunque appropriato ed è problematico individuare i mancati usi della stessa parola. In letteratura, vengono citati alcuni casi sicuri, documentati scrupolosamente, quali la figlia di Bloom che prima usava "car" solo per auto che vedeva percorrere la strada dalla finestra, ma non usava il termine per auto ferme oppure in movimento, ma quando la bimba stessa era per strada; poi per 6 mesi la parola scomparve dal vocabolario e quando riapparve aveva un'estensione simile a quella dell'adulto; oppure il caso di un bambino che a 8 mesi comprendeva la parola "scarpe", ma ne limitava

l'impiego alle scarpe della madre nello stanzino, poi ne estese i referenti alle scarpe di madre e padre, ma sempre se si trovavano nello stanzino, poi incluse anche scarpe fuori dello stanzino ed infine, circa due mesi dopo, legava al termine referenti anche indossati.

Sovrapposizione e coincidenza: la sovrapposizione di più termini nell'uso effettivo (per esempio la parola "cane" per grossi cani e mucche, ma non per piccoli cani e vitelli, manifesta un significato per il termine che sovrappone "cane" e "mucca" dell'adulto) è simultaneamente sovraestensione e sottoestensione, pertanto l'"errore" commesso è possibile in quanto compatibile con i due processi. La coincidenza con l'adulto è meno interessante, nondimeno essa suggerisce o che i confini fra le categorie interessate sono più chiari, oppure che i bambini/le bambine sono stati esposti ad esemplari migliori o equivalentemente ad una portata più ridotta di esemplari cosicché l'applicazione delle parole sulle categorie diviene più facile. Si nota, infine, che possono insorgere errori anche successivamente ad usi coincidenti con l'adulto, questo soprattutto in merito a routines. Questo fenomeno può essere spiegato supponendo che i bambini/le bambine ad un certo punto capiscono che i significati acquisiti separatamente sono da mettere in relazione, pertanto cominciano ad organizzarli in modo differente e di conseguenza possono restare confusi per un certo tempo dalle similarità di significato appena osservate fra di loro.

Fraintendimenti: si tratta di quei casi in cui i bambini/le bambine elaborano un'ipotesi sulla convenzione di uso da parte dell'adulto che è tanto erronea da costituire profonda differenza di significato fra adulto e apprendente del linguaggio. Ad esempio, il bambino osservato da Maccoby si dimenticava spesso di pulirsi gli scarponi quando entrava in casa, una volta la madre si rivolse a lui dicendo: «Young man, you did that on purpose!»; quando successivamente fu chiesto al bambino cosa significasse «on purpose» egli rispose: «It means you're looking at me». Probabilmente queste forme scompaiono perché non provengono dall'adulto segnali di comprensione, di conseguenza viene abbandonato l'uso della parola.

A partire dagli studi di Katherine Nelson (Nelson 1978, 1986; Nelson e Nelson 1978) è stato sottolineato come lo sviluppo dei concetti nel bambino passi attraverso delle fasi, ciascuna dotata di organizzazione interna, che non necessariamente devono essere considerate come una rappresentazione più povera della modalità adulta, quanto poiuttosto come forme differenti di rappresentazione caratterizzate da organicità e struttura. La maturazione è vista pertanto come un processo che passa attraverso fasi che devono essere considerate come veri e propri mutamenti di sistema:
1. Prime fasi idiosincratiche.
2. Stadio delle regole generali (poche regole ma generalmente vaste).
3. Stadio delle regole molteplici (cambi rapidi, aggiunte, revisioni).
4. Integrazione e consolidamento (regole stabili e coordinate).
5. Estensione flessibile (uso consapevole ed adattante della regola).

A tali fasi corrispondono precisi comportamenti linguistici del/la bambino/a che evidenziano, tramite le forme di nominazione, quale struttura concettuale, nella rappresentazione della realtà, sia in formazione nell'apprendente; possiamo così sintetizzate tali corrispondenze:

Stadi 1 e 2 – dalle prime fasi idiosincratiche a poche regole generali.

1. Gli oggetti sono adatti per parlare di loro, per chiedere su di loro; la referenza è non specifica.
2. Gli oggetti possiedono nomi.

A questo livello possono corrispondere tanto sovraestensione che sottoestensione.

Stadio 3 – molte regole; restringere ed acquisire regole più specifiche.

4. Gli oggetti con le caratteristiche 1...n si chiamano x.
5. Gli oggetti con le caratteristiche a, b, c, sono chiamati y.

A questo punto il comportamento di nominazione può diventare iper-rigido ed inflessibile.

Stadio 4 – integrazione e consolidamento: esiste un vocabolario di base intorno alle 500 parole. Adesso inizia l'integrazione ed il consolidamento del sistema: ogni cosa ha un nome, i nomi non possono essere cambiati, le caratteristiche delle cose nominate non possono cambiare.

Stadio 5 – applicazione appropriata, ma flessibile. Il sistema diviene sufficientemente flessibile da comprendere quei casi, che non rispettano esattamente le caratteristiche fissate (è come, è un tipo di), come esempi nuovi ma atipici.

Esempio: bicchiere/i.

R1. Alcuni recipienti che contengono liquido sono chiamati bicchieri (3 anni).

R2. Bassi recipienti sono talvolta chiamati bicchieri; recipienti che contengono bevande fredde possono essere chiamati bicchieri (4-5 anni).

R3. Recipienti che sono due volte più alti di quanto sono larghi sono chiamati bicchieri, senza considerare quel che contengono (6-8 anni).

R4. Recipienti che sono due volte più alti di quanto sono larghi sono chiamati bicchieri, senza considerare quel che contengono, ma recipienti più corti possono essere chiamati bicchieri quando contengono bevande fredde (10 anni).

In generale possiamo osservare che lo sviluppo del lessico fino ai 18 mesi circa è caratterizzato da uno stretto legame fra gesto e parola, e soprattutto dal fatto che le diverse parole che compaiono nel vocabolario attivo sono inizialmente legate ad un contesto situazionale ben preciso e ristretto – quello che per alcuni autori è indicato come uso non referenziale – e solo successivamente la parola mostra un impego più generale, simbolico e referenziale, fatto questo che indica come l'apprendente si stia distaccando dal vincolo stretto col contesto di riferimento (episodio) iniziale; questa caratteristica ripropone in certa misura la relazione tra memoria episodica e memoria semantica nello sviluppo del significato linguistico. Tale processo di progressiva decontestualizzazione si osserva non solo per voci relative a persone, oggetti ed eventi, ma anche per schemi d'azione, come ad es. ciao, usato per salutare una persona che esce dalla stanza, o per segnalare la scomparsa di un qualche oggetto. Si tratta in sostanza di un lessico che 'emerge' progressivamente dal contesto specifico in cui le parole sono state radicate dalla relazione intersoggettiva che l'apprendente intrattiene con chi si prende cura di lui/lei. Bruner (1983) individua, infatti, nel *format* quella struttura di interazione standardizzata che si instaura fra adulto/a e bambino/a all'interno di contesti abituali e ripetuti ove sono precisati i rispettivi ruoli, le cose che si fanno: tali strutture di sequenze interattive che si ripetono con ritmi regolari (Anolli

1998) consentono al/la bambino/a di cogliere, nel flusso sensoriale totale, quei gesti e quei suoni che assumono il carattere di segnali dotati di significato.

È nel periodo che arriva intorno ai 30 mesi di età che si assite ad una crescita notevole del vocabolario, non solo da un punto di vista quantitativo, ma anche qualitativo. Infatti, aumentano le parole di tipo predicativo o relazionale, probabilmente in ragione sia del processo di decontestualizzazione che ormai viene a consolidarsi sia dello sviluppo di abilità cognitive più generali. Caselli (1995) sottolinea che tale crescita del lessico produce cambiamenti nei contenuti verbalizzati dal/la bambino/a che riguardano non solo la comparsa dell'uso dei predicati, ma anche il tipo di termini usati all'interno delle categorie grammaticali. Ciò riflette la presenza di un nuovo livello di conoscenza, che emerge dall'interazione tra fattori strettamente linguistici (pragmatici, semantici, sintattici, fonologici) e fattori più generali di tipo cognitivo, percettivo e relazionale. Possono essere esempio di ciò la comparsa di nomi relativi allo spazio, a luoghi, probabilmente da mettere in relazione con la maggiore capacità di deambulazione, e dunque di esplorazione dello spazio, raggiunta dal/la bambino/a; parimenti lo sviluppo di uno schema corporeo può essere connesso alla comparsa di parole relative alle varie parti del corpo, e infine categorie come verbi e aggettivi si incrementano di termini che probabilmente sorgono dall'aumentata capacità esperienziale.

Dobbiamo considerare, infine, che sotto il termine 'significato' vengono ad essere inclusi piani semantici diversificati, che vanno dal significato letterale ("cuoio": pelle degli animali resa inaltarabile e non più putrescibile con la concia), a quello figurato ("cuoia": pelle del corpo umano, "distendere le cuoia" allungare le membra), incluso le cosiddette frasi idiomatiche ("tirare le cuoia" morire), fino ad arrivare al significato metaforico.

Nel processo metaforico, in particolare, viene ad essere ridefinito ciò che costituisce la referenza all'interno della semantica delle parole. Infatti, l'estensione che entra in gioco nella formazione della metafora è data non tanto dagli esemplari, quanto dagli schemi concettuali implicati dalle parole coinvolte nella relazione analogica. In questo senso, se nella metafora "la vita è un viaggio" il termine "viaggio" esprime un significato di fatto distante dal suo impiego letterale (percorso di conoscenza, il corso della vita, percorso dell'anima dopo la morte, ecc.), in realtà ciò è reso possibile dalle rete di relazioni che scaturiscono dal campo concettuale connesso a "vita". Si crea tra i due campi interessati dalla metaforizzazione una reciproca alimentazione semantica che produce la risemantizzazione del tutto.

Ci chiediamo, pertanto, quali siano i processi evolutivi che riguardano la formazione della capacità di comprendere e produrre metafore da parte del bambino/a, in ragione del fatto che la comparsa di tale capacità testimonia che il/la bambino/a domina la possibilità cognitiva di stabilire relazioni tra le parole secondo modalità creative, che 'scoprono' potenzialità di significazione non convenzionalizzate. Nella letteratura sul tema si distinguono metafore da gioco simbolico, che provengono da trasformazioni di azione del far finta, e metafore sensoriali, che sorgono dalla percezione di una somiglianza fisica, senza il sostegno della finzione. Secondo lo studio di Vosniadou e Ortony del 1983, i bambini a 4 anni sono capaci di discriminare tra somiglianza letterale e non letterale, e possiedono categorie convenzionali analoghe a quelle degli adulti. Se i bambini a questa età producono termini non convenzionali

basati sulla somiglianza, il fatto deve essere interpretato come capacità di non tenere conto deliberatamente dei confini di categoria tradizionali. Tale distinzione è presente a 4 anni ma non a 3. I bambini di 3 anni percepiscono solo un tipo indifferenziato di somiglianza, mentre quelli di 4 anni distinguono tra somiglianza metaforica e letterale, come mostra la loro capacità di rifiutare la scelta metaforica nei compiti di categorizzazione rispetto a quelli di semplice comparazione. Il compito di comparazione era scegliere, per frasi come "Un fiume è un ...", tra le opzioni seguenti: a) letterale (lago) metaforica (serpente), b) letterale (lago) anomala (gatto), c) metaforica (serpente) anomala (gatto); il compito di categorizzazione verteva su frasi come "Un fiume è lo stesso tipo di cosa che ..." con scelta tra le opzioni letterale/metaforica e letterale/anomala.

Dal punto di vista evolutivo, la presenza delle metafore diminuisce rapidamente con l'età. Nei bambini di scuola elementare, tra gli otto e i dieci anni, si nota una certa resistenza al linguaggio figurato, e spesso rifiutano le metafore nei discorsi a loro rivolti. Si parla in alcuni studi di fase letterale o convenzionale. Di fronte a compiti di produzione e di selezione sullo schema di frasi del tipo "Sembra gigantesco come ...", "La sua voce era tranquilla come ...", la scelta era fra le sequenti opzioni: una similitudine di nuova invenzione (gigantesco come un cono gelato a due piani nella mano di un neonato; tranquillo come l'alba in una città fantasma); un paragone banale (gigantesco come un grattacielo nel centro della città; tranquillo come un topo che siede in una stanza); un'anomalia (gigantesco come un orologio di un grande magazzino); una comparazione letterale (gigantesco come la persona più gigantesca del mondo, tranquillo come il suono più tranquillo che abbia mai sentito).

Nel compito di selezione i bambini di età prescolare scelgono a caso. I 7 anni preferiscono le conclusioni letterali, rifiutano le conclusioni di nuova invenzione. Gli 11 anni preferiscono le conclusioni banali, rifiutano le comparazioni letterali perché "non dicono niente di nuovo", e spesso anche le conclusioni di nova invenzione, insistendo come i 7 anni sulla loro implausibilità. La preferenza per le conclusioni banali diminuisce un poco dopo gli 11 anni, quando aumenta quella per le nuove invenzioni.

Nel compito di produzione tutti preferiscono i paragoni banali, i soggetti di 7 anni scelgono paragoni piuttosto semplici, quelli di 11 anni e gli adulti usano paragoni banali abbelliti (forte come una roccia vs. forte come un macigno conficcato nel terreno). I bambini in età prescolare sono più propensi a produrre comparazioni metaforiche di quelli della scuola elementare, che sembrano preferire l'uso convenzionale e letterale delle parole.

Ci possiamo chiedere se nella fase letterale, i bambini hanno perso la competenza metaforica o essa è semplicemente sommersa. L'uso sembra dipendere dal tipo di compito, infatti, alla richiesta di trovare il maggior numero di somiglianze tra ad es. orologio e bambino, le risposte di nuova invenzione crescono col crescere dell'età almeno tra il quarto ed il quinto anno di scuola. Parimenti si nota un aumento dell'invenzione delle analogie. Resoconti non sistematici suggeriscono che le ri-nominazioni giocose degli anni prescolari danno luogo ad analogie estese che vengono utilizzate nel corso della comprensione «I bambini di età prescolare sembrano divertirsi a rinominare metaforicamente, e le metafore sorgono dal gioco

simbolico con una funzione giocosa. Sicuramente la metafora aiuta il bambino a dar senso all'universo, in quanto forma di classificazione, e quindi di ordinamento, ma è anche affettivamente permeata di giocosità, umorismo e divertimento. I bambini più grandi, al contrario, sembrano prendere più sul serio l'uso delle parole ma, malgrado giochino meno con esse, amano elaborare analogie estese (basate sullo stesso tipo di ground delle metafore) che li aiutino a chiarire concetti per loro nuovi.» (Winner 1991: 52). Si nota infatti che, quando inventano le metafore spontanee, aumenta la produzione di analogie che servono alla comprensione e alla spiegazione. La capacità di produrre analogie cresce costantemente con l'età, sia con, che senza un dominio specifico, in modo particolare dai 9 agli 11 anni (gli anni principali della fase definita letterale da Nelson).

Le analogie, il transfer analogico, sono dunque la base per la costruzione di nuova conoscenza, in quanto ogni nuova informazione è assimilabile solo attraverso l'operazione di transfer di informazioni da unità già possedute dalla mente: il nuovo si conosce tramite il noto. Questo trasferimento di unità o caratteristiche avviene sulla base di somiglianze e differenze che, però, non discendono da ciò che è logicamente necessario, dunque da un sistema logico-deduttivo, ma dipendono da scelte 'libere' che il soggetto compie sulla base della sua modalità di percezione. In questo, pertanto, risiede la creatività della conoscenza, in quanto non è posto alcun limite al reperimento delle unità e dei domini da mettere in comparazione, anzi siamo di fronte ad una piena isotropia per quanto attiene la formazione delle credenze: si può andare a pescare ovunque quella parte di conoscenza già nota che serve per trattare la conoscenza nuova che deve essere costruita.

7.6 Quale bootstrap nei bambini?

Possiamo chiederci, a questo punto, quali ipotesi divengono plausibili in merito al sorgere del linguaggio nel bambino/la bambina da un punto di vista strettamente inerente alla processazione dei dati. Vale a dire, ci chiediamo quale modalità, o quali modalità, processuali stanno a fondamento dello sviluppo delle conoscenze linguistiche, in tutta la loro articolazione.

Negli ultimi anni, in ambito di acquisizione linguistica, si è cominciato a parlare di «bootstrap», un termine mutuato dal campo informatico che indica una "sequenza di istruzioni iniziali", ma anche, nell'espressione figurata inglese "to pull oneself up by one's own bootstrap" cavarsela con le proprie forze. Come si collega il bootstrap al linguaggio?

Sappiamo che uno degli scopi della linguistica è quello di spiegare come i bambini acquisiscano in così breve tempo un codice complesso ed elaborato come quello linguistico. Le teorie di bootstrapping sostengono che durante l'acquisizione del linguaggio i bambini si appoggiano ad alcune strategie semplificatrici; più in particolare il bootstrap cerca di individuare la "sequenza di istruzioni iniziali", il singolo componente che i bambini adottano come parametro di analisi della propria lingua. In altre parole, i sostenitori del bootstrapping affermano che i bambini riescono ad apprendere fonologia, morfo-sintassi e semantica del proprio linguaggio appoggian-

dosi inizialmente su uno solo di questi aspetti dell'input linguistico per poi usarlo come scorciatoia elaborativa per raggiungere l'elaborazione degli altri aspetti del linguaggio.

Secondo Karmiloff e Karmiloff-Smith (2002: 112): «Le ipotesi a bootstrap sono state sviluppate per spiegare in che modo il bambino possa acquisire la grammatica della sua lingua madre ponendo attenzione a certe sue caratteristiche. L'idea generale è che il bambino può usare una certa parte del sistema linguistico (come la fonologia) per aumentare la sua conoscenza di un altro livello del sistema (per esempio la sintassi). In altre parole, queste teorie postulano che la conoscenza da parte del bambino di un aspetto dell'input possa fungere da scorciatoia per l'apprendimento di un nuovo aspetto del sistema». Il bootstrap può essere di tre tipi:
1. bootstrap prosodico/fonologico;
2. bootstrap sintattico;
3. bootstrap semantico.

Ovviamente sebbene diversi, i tre tipi di bootstrapping e le loro teorie di riferimento non devono essere visti come assoluti e non affiancabili in alcuni punti; possiamo proporre che in determinati momenti dello sviluppo linguistico i tipi di bootstrap possano viaggiare in parallelo o comunque siano tutti a disposizione del bambino per poter avere a disposizione più di una strategia di apprendimento. Siamo d'accordo con Hirsh-Pasek e Golinkoff (1996) quando sostengono che la grammatica del linguaggio non si trova solo nella sintassi (secondo la prospettiva del bambino) ma in una serie di correlazioni tra indizi disponibili nel contesto sociale, nella prosodia, nella semantica e nella morfologia. Il bambino, in pratica, scova queste correlazioni diverse nei diversi stadi di sviluppo, ed entra così nel codice linguistico dimostrando una sofisticata comprensione del linguaggio in continuo aumento. Secondo questi autori, la prosodia gioca un ruolo chiave nella comprensione del linguaggio (quando il bambino è nel primo anno e mezzo di vita) anche se la sua importanza diminuisce con lo sviluppo. Inoltre, Golinkoff e Hirsh-Pasek sostengono che la comprensione linguistica può avvenire inizialmente solo quando gli indizi provenienti dalla semantica, dalla prosodia, dalla sintassi e dall'ambiente sociale sono correlati in modo ridondante. Sappiamo comunque che nel muovere i primi passi verso la conquista del linguaggio i bambini si trovano a dover affrontare almeno tre ordini di problema:
1. come segmentare il continuum del parlato in parole e frasi: un problema che possiamo definire come "segmentazione";
2. come individuare parole e frasi di tipo diverso: un problema che possiamo definire "etichettatura" o "labeling";
3. come individuare la relazione gerarchica che si stabilisce tra queste parole e frasi: un problema di tipo "strutturale".

Andiamo quindi a vedere come i diversi tipi di bootstrap tentano di risolvere questi punti.

7.6.1 Bootstrap prosodico/fonologico

Una possibile soluzione ai problemi della segmentazione, dell'etichettatura e della strutturazione gerarchica degli elementi nella frase è rappresentata dall'uso di una combinazione di informazioni di tipo fonologico e distribuzionale, in particolare, come suggerisce Gerken (1996), l'uso della prosodia (timbro e ritmo), delle caratteristiche fonologiche dei morfemi e della comparazione cross-frasale su base prosodica. A livello di segmentazione è necessario, per prima cosa, individuare quali sono gli indici acustici essenziali per individuare il segnale d'inizio e di fine delle varie strutture linguistiche e dimostrare che i bambini, dalla nascita sono sensibili a queste informazioni.

Molti studi, effettuati quasi esclusivamente su soggetti di madrelingua inglese, mostrano come i confini tra proposizioni e frasi sono costituiti da evidenti alterazioni intonative della frequenza fondamentale, dalla lunghezza della sillaba finale e delle pause, relativamente lunghe, perlomeno nel caso delle proposizioni. Oltre a questo, gli accenti, nel dualismo forte/debole, dominante nella prosodia della lingua inglese, possono portare delle informazioni che marcano il luogo se non il margine di alcune unità lessicali (Cutler e Norris 1988). Il dato più rilevante è che ci sono sempre più prove che indicano come i bambini siano sensibili a queste e ad altre caratteristiche prosodiche del discorso: come, per esempio, il fatto che i bambini preferiscono le tipiche intonazioni del cosiddetto "motherese"[18], (Fernald 1984, 1985). Questa preferenza sembra sia dovuta alla alta frequenza delle informazioni prosodiche: ovvero alla frequenza fondamentale e il ritmo. Inoltre, come abbiamo già accennato, ci sono varie prove del fatto che i neonati già a tre giorni e anche prima, mostrano di preferire la voce della loro madre alla voce delle altre donne (Mehler et al. 1978; DeCasper e Fifer 1980;). L'origine di questa preferenza è sicuramente legata alla capacità da parte del feto di percepire i suoni già nell'ultimo trimestre di gestazione. Eimas (1996) suggerisce che una delle principali funzioni di questa preferenza può essere legata ad una capacità «fisiologicamente presente» nel bambino, che gli permette di separare il parlato dagli altri suoni dell'ambiente così come di dirigere l'attenzione al parlato: in questo modo, il bambino, al momento della nascita sarebbe già dotato di quegli strumenti necessari alla rappresentazione linguistica.

Da studi effettuati su parlanti adulti di madrelingua inglese (Cutler e Norris 1988; Cutler 1990,1996) sappiamo che la strategia usata nella segmentazione della frase è di tipo metrico: gli ascoltatori segmentano il discorso in parole in base alla presenza di un accento forte iniziale. In pratica in inglese la prosodia è caratterizzata dall'alternanza di una sillaba forte, che rappresenta l'inizio di parola, seguita da una sillaba debole (andamento trocaico). Un tipico test consiste nel presentare all'ascoltatore adulto una parola di senso compiuto all'interno di una sequenza di suoni senza senso: si è visto che la strategia usata si basa sulla divisione della sequenza ascoltata in una prima parte,

[18] O. Garnica (1977) individua le caratteristiche del motherese o "maternese": il linguaggio che gli adulti rivolgono ai bambini. Si tratta di particolarità sintattiche, di contenuto e di aspetti paralinguistici come l'intonazione ed il timbro. Il timbro è più alto, le frasi si concludono spesso con un aumento del tono, anche quando non si tratta di domande, inoltre, con un uso supplementare di accenti, vengono sottolineate con l'intonazione le parole più importanti all'interno della frase.

che termina con il riconoscimento della seconda sillaba forte, cosicché il riconoscimento della parola richiede soltanto la ricombinazione del materiale udito tra l'inizio della stringa sonora e il punto di segmentazione; allo stesso modo, la seconda parte non offre più ostacoli per il riconoscimento della parola nascosta, dato che la sillaba iniziale è debole e la sequenza è semplicemente non divisibile.

Questa procedura di segmentazione prosodica si trova anche in altre lingue: il punto è che l'unità di segmentazione può cambiare, ma il procedimento rimane lo stesso. Così vediamo che nel francese (Cutler et al. 1986; Kolinsky 1992), nello spagnolo (Sebastian-Gallés et al. 1992; Bradley et al. 1993), nel catalano (Sebastian-Gallés et al. 1992) o nel tedesco (Zwitserlood et al. 1993) la procedura di segmentazione delle parole segue sempre la prosodia ma non si basa sull'alternanza di accento, bensì sulla sillaba, in quanto a differenza dell'inglese, la sillaba rappresenta la base della struttura ritmica di queste lingue.

Dunque i bambini sembrano essere estremamente sensibili al "ritmo" della lingua: già nei primi giorni di vita i neonati sono in grado di discriminare tra gruppi di bisillabi con e senza confine interno di parola (Cutler 1994). In sostanza l'ipotesi è che fino dalla prima infanzia si venga a formare una procedura di segmentazione prosodica dell'eloquio, legata in modo univoco alla specifica lingua madre a cui si è esposti. Nella segmentazione dell'eloquio, il problema che si trova a fronteggiare il bambino è però diverso da quello dell'adulto: l'adulto cerca di individuare i confini tra parole che per la maggior parte conosce già, il bambino, perlomeno nella fase di sviluppo iniziale, si trova a dover segmentare del materiale di cui non ha conoscenza. Gleitman e Wanner (1982) propongono che il bambino non debba porre confini tra parole quanto piuttosto estrarre e immagazzinare alcune sillabe salienti particolari, lasciando dietro il resto della frase come rumore non analizzabile. I bambini, secondo questa visione, potrebbero estrarre e immagazzinare sillabe accentate come rappresentazioni iniziale per le parole, riducendo il problema di identificare i confini tra parole in una frase, al più semplice problema di identificare l'ampiezza delle sillabe accentate. In effetti questa ipotesi è sostenuta da alcuni dati sperimentali: i bambini, quando entrano nella fase di produzione delle prime parole, omettono molto spesso tutta una serie di sillabe che corrispondono a quelle non accentate, specialmente quelle che non sono in finale di parola (Allen e Hawkins 1978).

Questo dato non emerge solo per la lingua inglese, ma anche per l'ebreo (Berman 1977), l'ungherese (MacWhinney 1985), il Mohawk (Feuer 1980) e il K'ichei Mayan (Pye 1992). La procedura adottata dal bambino potrebbe consistere nell'estrarre le sillabe percettivamente salienti, come le sillabe accentate, dalla stringa del discorso e immagazzinarle come rappresentazioni iniziali delle parole (Gleitman e Wanner 1982; Gleitman et al. 1988).

Echols e Newport (1992), sulla base di questa ipotesi, notano come nelle prime parole dei bambini di madrelingua inglese, le semplificazioni che si vengono a creare non hanno a che fare con la "pesantezza" della sillaba, piuttosto, con il rispetto dell'andamento trocaico:

PRODUZIONE DEL BAMBINO	TARGET DELL'ADULTO
[rais∂]	eraser
[ɛlfΛn]	elephant

Fee e Ingram (1982) mostrano altri dati importanti: bambini di madrelingua inglese e olandese (ovvero ad andamento trocaico) mostrano tre precise strategie di formazione delle prime parole ricorrendo a specifici processi di semplificazione, ovvero:

1. processi di apocope: omissione di alcune segmenti della parola target, come nell'esempio sopraindicato: elephant = elfant;
2. processi di reduplicazione: composizione di forme bisillabiche partendo da parole monosillabiche ($C_1V_2 = C_1V_2C_1V_2$) : ba (parola target) = baba;
3. processi di epentesi: trasformazione di monosillabi in un piede trocaico, sia con l'inserimento di una vocale tra le due consonanti della coda: (CVCC = CVCVC) o con l'aggiunta di una vocale in una sillaba chiusa: ((C)VC = CVCV) come nello schema sottostante:

PRODUZIONE DEL BAMBINO	TARGET DELL'ADULTO
[ʻmɛl∂k]	melk
[ʻom∂]	oom
[ʻbal∂]	ball

Nel 1993 alcuni ricercatori (Jusczyk et al. 1993) hanno sottoposto un gruppo di bambini di 9 mesi (madrelingua inglesi) all'ascolto di gruppi di parole con sillaba/forte vs sillaba/debole in posizione iniziale: la preferenza netta è stata a favore delle parole con attacco forte, in pratica la "norma" delle parole inglesi. La stessa lista di parole è stata, poi, sperimentata su un gruppo di bambini di 6 mesi: in questo caso i bambini non hanno mostrato alcuna preferenza. Questi dati sembrano indicare che la procedura di segmentazione prosodica si forma nel momento in cui il bambino si trova nella fase di acquisizione del vocabolario. Ulteriori prove in questo senso provengono dagli studi di Goodsitt et al. (1993) e di Morgan (1994): anche in questi studi i bambini di 9 mesi inglesi (a differenza di quelli di 6) mostrano di preferire parole regolari a quelle irregolari: ovvero parole con andamento trocaico (forte/debole) anziché giambico (debole/forte).

Da alcuni studi sulla fonologia della prosodia (Selkirk 1984; Nespor e Vogel 1986) si è cominciato ad identificare precisi domini prosodici organizzati gerarchicamente nel linguaggio, sia a livello di parola che a livello di frase ed enunciato. Questo ordine gerarchico è costituito da:
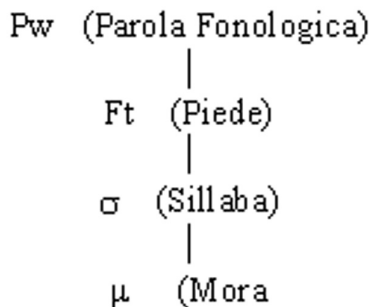
Fig. 20 La struttura della parola fonologica

La parola fonologica è composta da almeno un piede, che a sua volta è formato al minimo da una sillaba, composta da perlomeno una mora o unità sub-sillabica. Da più ricerche, inoltre (Prince 1980; Broselow 1982), è emerso che molte prove crosslinguistiche rilevano la presenza, a livello prosodico, di un'unità chiamata parola minima. In pratica la parola minima identifica un'unità che deve contenere almeno un piede binario, dove il piede è composto da due sillabe (es. CVCV) o da due more (es. CVV, CVC)[19]. Tenendo conto di questa gerarchia e del fatto che la parola fonologica corrisponde in pratica alla parola minima, possiamo notare che le strategie di semplificazione adottate dai bambini nella produzione delle prime parole non sono altro che strategie di formazione di parola minima (Demuth 1992, 1994).

Demuth (1996) suggerisce un passaggio graduale dalla parola minima alla parola fonologica che si rifà alla loro struttura gerarchica e all'idea che vi sia un'acquisizione graduale di questa gerarchia da parte del bambino: si può assistere, in un primo stadio, ad una sorta di collassamento tra parola prosodica e piede in un unico indifferenziato livello di struttura. Così le prime rappresentazioni di parole fonologiche nel bambino corrispondono al piede o parola minima. In seguito, quando questa gerarchia comincia a formarsi, la struttura della parola fonologica diventa più articolata, permettendo l'inclusione di sillabe extra-metriche e la possibilità di più di un piede, fino ad arrivare alla costruzione gerarchica dell'adulto vista in precedenza. In questa prospettiva, le prime parole dei bambini darebbero la priorità all'aspetto prosodico rispettando le regole ritmiche viste precedentemente a dispetto del contenuto semantico.

Per quanto riguarda il problema dell'etichettatura Gerken (1996) ipotizza che il bambino sia in grado di individuare la ricorrenza in alcune posizione di determinante unità. Sappiamo, per esempio, che gli articoli co-occorrono con i nomi nei sintagmi nominali o che gli ausiliari così come i modali co-occorrono con i verbi nei sintagmi verbali, così se il bambino riesce a scoprire queste relazioni di co-occorrenza può usarle per distinguere le varie unità sintattiche. Il bambino può inferire che "idea" e "cat" fanno parte della stessa classe perché entrambi possono seguire il morfema "the". Nuovamente si devono cercare degli indicatori fonologici che permettano al bambino di costruire una classe di morfemi grammaticali indifferenziata ed in seguito gli permetta di individuare la loro regolarità distribuzionale. In inglese questa classe contiene tipicamente consonanti fricative, nasali e la vocale centrale indistinta schwa. Gerken, con l'uso di potenziali evocati ha analizzato un gruppo di bambini inglesi di età compresa tra i 10 e gli 11 mesi per scoprire se i bambini già a quest'età sono sensibili a tali indici fonologici. I bambini dovevano ascoltare una storia in due versioni; la prima contente i vari morfemi liberi e la seconda nella quale i ricercatori avevano sostituito tutti i morfemi con la seguente strategia: tutte le schwa singole ("a") oppure associate ad una fricativa ("of" o "was") venivano rimpiazzate da parole senza senso composte da un'esplosiva e una vocale piena ("gu"). Il risultato ha mostrato una risposta attenuata alla versione modificata che sta ad indicare una maggiore attenzione allo stimolo percepito, in quanto nuovo o comunque strano per i bambini. Sulla base di questi dati possiamo supporre che i bambini siano quindi sensibili a questi indici e

[19] Una vocale lunga o una vocale più una coda consonantica conta come due more e costituiscono un piede anche se è coinvolta una sola sillaba.

che perciò siano in grado di usarli come indici a servizio dell'etichettatura.

Inoltre, rispetto alle prime produzioni del bambino, che in letteratura si definiscono di tipo telegrafico poiché mancanti di gran parte della morfologia libera e legata, le omissioni non riflettono una mancanza di questi elementi a livello di rappresentazione mentale, anche perché sappiamo dai numerosi dati raccolti in tutte le lingue che le omissioni si presentano in specifici contesti. Se il bambino è in grado di percepire gli indici fonologici di questi elementi e di categorizzarli in una classe indistinta, la loro omissione deve essere dovuta ad un altro fenomeno. Nuovamente, Gerken e collaboratori notano come queste produzioni, che risultano non ben formate da un punto di vista morfosintattico, lo sono invece da un punto di vista prosodico, e anzi rispettano una precisa gerarchia prosodica che si struttura in: PhP – Pw- Ft – σ – μ (Sintagma Prosodico che è formato da almeno una Parola Fonologica, a sua volta formata da almeno un Piede composto da perlomeno una Sillaba che infine è composta da almeno una Mora). Sulla base di questa gerarchia le omissioni degli elementi funzionali come articoli o preposizioni, tipica della prima fase sintattica del bambino, avverrebbero quindi per restrizioni di ordine prosodico dato che gran parte dei funtori omessi dai bambini si trovano in posizione debole e quindi la loro produzione andrebbe a violare quello schema ritmico trocaico già identificato a livello di parola singola.

Tenendo presente la gerarchia prosodica sopraesposta andiamo ad analizzare alcune frasi che i ricercatori hanno chiesto di ripetere a bambini americani di età compresa tra i 24 e i 27 mesi e le relative omissioni.

he kicks the pig

he catches the pig

Nel primo caso il morfema di terza persona singolare è rappresentato dalla consonante [s] non sillabica, mentre nel secondo caso troviamo nella stessa posizione l'allomorfo [es] sillabico. Se i bambini rispettano l'andamento del sintagma prosodico, ometteranno nel primo caso il pronome soggetto "he" in quanto il verbo "kicks" sarà considerato come sillaba forte; nel secondo caso l'omissione colpirà sia il pronome soggetto "he" che l'articolo "the" in quanto il verbo sarà processato come piede bisillabico trocaico. I risultati mostrano nel 71% del campione questo tipo di omissione per quanto riguarda la prima frase (* = omesso, F = forte, d = debole):

he	KIKCS	the	PIG	
*	F	d	F	(d)

e nell'84% del campione rispetto alla seconda frase si ha questo tipo di omissione:

he	CATCH-	es	the	PIG	
*	F	d	*	F	(d)

La stessa regolarità nelle omissioni viene confermata dalla ripetizione delle seguenti frasi:

TOM		PUSHED	the	gi-	-RAF-	-fe
F	(d)	F	D	*	F	(d)

TOM		PUSH-	-es	the	gi-	-RAF-	-fe
F	(d)	F	d	*	*	F	(d)

Arriviamo così all'ultimo punto: se le produzioni dei bambini sono guidate dal rispetto di una struttura prosodica, come si arriva a rispettare la struttura sintattica dell'adulto? La domanda deriva dal fatto che la comparazione tra struttura prosodica e struttura sintattica non sempre è completamente sovrapponibile. Consideriamo l'esempio:

Max / kissed the dog

he kissed / the dog

dove la barra sta ad indicare il confine prosodico; vediamo che nella prima frase il confine prosodico corrisponde a quello sintattico maggiore, in quanto separa il sintagma nominale da quello verbale, ma nel secondo esempio il cambio prosodico non riflette la struttura sintattica maggiore. Gerken propone come soluzione la comparazione frasale: in altre parole i bambini potrebbero seguire la struttura del sintagma prosodico nelle loro prime produzioni, come mostrano i dati sperimentali, e solo in un secondo momento arrivare al rispetto della gerarchia sintagmatica grazie a delle comparazioni cross-frasali tra sintagmi prosodici. Ad esempio, i bambini possono scoprire che i pronomi soggetto sono costituenti sintattici al pari dei sintagmi nominali soggetto comparando una frase dichiarativa del tipo " Max kissed the dog" con altre frasi nelle quali i pronomi soggetto sono prosodicamente separati dai verbi, come nelle domande sì/no del tipo "did he / kiss the dog?". In questo tipo di frasi l'informazione prosodica mostra, infatti, che i pronomi soggetto sono costituenti distinti dai sintagmi verbali dato che l'accento principale di frase cade proprio su "he" costituendo un confine di frase fonologica tra soggetto e verbo. Cooper e Paccia-Cooper (1980) e Lederer e Kelly (1991) hanno proposto che sia la variazione prosodica ad individuare i confini sintagmatici, ma questa teoria presenta delle difficoltà. Per esempio: nella frase "Max # kissed the dog" la pausa intonativa prosodica (#) crea due sintagmi prosodici: il primo corrisponde al sintagma nominale soggetto (Max), il secondo al sintagma verbale (kissed the dog); nella frase "He kissed # the dog", invece, non c'è una corrispondenza tra la struttura intonativa e quella sintagmatica: il primo sintagma prosodico contiene un sintagma soggetto e un sintagma verbale. Gerken propone una soluzione, che ha sempre a che fare con la struttura prosodica, ma applica l'analisi che in precedenza abbiamo visto per le parole (Gerken 1991, 1994; Demuth 1992, 1994; Wijnen et al. 1994). In pratica, a livello di parola il bambino omette alcune sillabe non accentate per rispettare la sequenza forte/debole: per esempio, di fronte a parole di quattro sillabe bambini di 23-31 mesi hanno il comportamento evidenziato dalla tabella:

ZAM	pa	ka	SIS	
F	d	*	F	(d)
pa	ZAM	ka	SIS	
*	F	d	F	(d)

Cioè, per rispettare l'alternanza trocaica, omettono nella parola la sillaba debole, sia che si tratti di sillaba iniziale che centrale. Gerken (1991, 1994, 1996) osserva lo

stesso comportamento a livello di frase; rispetto alle frasi dell'esempio precedente, bambini di 24-28 mesi in compiti di ripetizione, hanno presentato questo comportamento:

MAX	#	KISSED	the	DOG		
F	(d)	F	d	F	(d)	

the	BEAR	#	KISSED	the	DOG	
*	F	(d)	F	d	F	(d)

he	KISSED	#	the	DOG		
*	F	(d)	*	F	(d)	

Il comportamento nei confronti della frase è analogo a quello evidenziato nei confronti delle parole: viene omessa la sillaba debole, rispettando la struttura del sintagma prosodico e non di quello grammaticale. Gerken osserva che, il fatto che «l'informazione prosodica potenzialmente indichi ai giovani ascoltatori la struttura prosodica e non quella sintattica non è problematico per l'uso della prosodia nella segmentazione, perché ogni confine prosodico è anche un confine sintattico. Perciò la presenza di cambiamenti prosodici permetterà ai bambini di posizionare le unità linguistiche rilevanti nella stringa sonora» (Gerken 1996: 420-421).

Per concludere, abbiamo visto come sia possibile analizzare le prime produzioni dei bambini in termini di ritmo e distribuzione ovvero in termini di prosodia. In quest'ottica, è grazie al ritmo che vengono posti i primi confini tra parole ed estratti i conseguenti significati; è grazie alle peculiarità fonologiche degli elementi morfologici funzionali che i bambini possono inferire la loro funzione ed è grazie al raffronto tra sintagmi prosodici che i bambini possono identificare i vari rapporti strutturali sintattici.

7.6.2 Bootstrapping semantico e bootstrapping sintattico

Analizzeremo questi due tipi di bootstrap assieme dato che non si tratta di due teorie rivali, quanto di teorie speculari. Il punto di vista del bootstrap semantico sostiene che nell'acquisizione il bambino si muove dal mondo al linguaggio, il bootstrap sintattico sostiene invece che l'apprendimento avviene nella direzione dal linguaggio al mondo.

L'assioma centrale della teoria del bootstrap semantico sta nel fatto che i bambini a partire dall'ascolto di enunciati usano delle categorie semantiche innate (ovvero i concetti di cosa, agente causale, azione, ecc.) per dedurre i corrispondenti universali sintattici (come sostantivo, soggetto, verbo, oggetto, ecc.). Pinker (1987) sostiene che il bootstrap semantico permetta al bambino di impadronirsi della sintassi. Egli si basa su una serie di assiomi:

- le rappresentazioni linguistiche dei bambini assumono le forme astratte del sintagma nominale, del sintagma verbale, di quello preposizionale e del soggetto/oggetto di un enunciato;

- il bambino prima di riuscire a comprendere o produrre un enunciato deve essere in grado di aver appreso il significato di molti sostantivi;
- gli enunciati che gli adulti rivolgono ai bambini nei primi tempi dell'acquisizione linguistica sono accompagnati da indicatori extra-sintattici come per esempio la prosodia (vedi motherese);
- il bambino durante l'ascolto di un enunciato deve essere in grado di costruirsi una rappresentazione semantica di quanto udito, sulla base del contesto esterno e del significato delle parole;
- il bambino ha una conoscenza innata di certi universali linguistici, questo gli permette di sapere immediatamente in modo istintivo che:
  - un sostantivo è ciò che denomina un oggetto concreto o una persona;
  - negli enunciati elementari l'agente di un verbo transitivo viene espresso come soggetto;
  - nel sintagma verbale ciò su cui si esercita direttamente l'azione viene espresso come oggetto.

Pinker sostiene che all'inizio il bambino si cimenta nelle sue deduzioni linguistiche in contesti relativamente trasparenti. Proviamo ad analizzare una semplice frase tenendo presente i punti che abbiamo appena indicato; di fronte alla frase "la papera becca il bambino" prima di poter effettuare un qualsiasi tipo di analisi grammaticale, il bambino dovrà conoscere il significato della parole "bambino" e "papera". Solo a questo punto, osservando l'azione collegata a tale frase, quindi usando un contesto relativamente trasparente e delle parole conosciute, il bambino potrà eseguire un'analisi linguistica, attribuendo "la papera" al sintagma nominale soggetto e "becca il bambino" al sintagma verbale che contiene un oggetto diretto. Quindi per arrivare alla rappresentazione sintattica il bambino è partito da una rappresentazione semantica prima del verbo e poi stabilendo una corrispondenza tra il contesto situazionale e la stringa sintattica.

Ma a questo punto si inserisce la critica dei sostenitori del bootstrap sintattico: non tutte le situazioni contestuali sono trasparenti e quindi non tutti i significati dei verbi, per esempio, possono essere appresi in questo modo. Per esempio, verbi come "sentire, ascoltare, udire" oppure "correre, rincorrere, inseguire, scappare" si possono collocare in uno scenario extralinguistico perfettamente uguale, allora come può il bambino dedurne il significato? Landau e Gleitman sostengono il bootstrapping sintattico e danno quindi la loro soluzione: i bambini dopo aver appreso un certo numero di sostantivi non si basano più sulla semantica ma si concentrano sul contesto sintattico in cui i verbi si collocano per dedurne significato. Per esempio, rispetto ai verbi visti precedentemente: "inseguire o rincorrere" richiedono un oggetto diretto, mentre "correre, scappare" richiedono un oggetto indiretto retto da una preposizione. Inoltre, nei contesti più difficili o comunque tra verbi strettamente correlati (come "ascoltare, sentire") intervengono i genitori che sembrano contribuire a chiarire le differenze riservando certi contesti all'uso di uno o dell'altro verbo in questione.

Dal nostro punto di vista, è difficile sostenere che il bambino si appropri del linguaggio basandosi solo su delle indicazioni sintattiche innate. Ci sembra più che ovvio che per poter fare delle deduzioni di tipo grammaticale sia necessaria perlome-

no la conoscenza in termini semantici degli elementi che stiamo trattando. Pertanto, rimaniamo dell'idea che le tre teorie non si escludano a vicenda quanto si integrino.

8. Pragmatica

8.1. La competenza pragmatica: modelli ed evoluzione

La pragmatica è quella parte degli studi linguistici che si occupa delle regole che governano l'uso del linguaggio; ne sono parte, ad es., la teoria degli atti linguistici di Austin o la teoria delle massime conversazionali di Grice.

Nelle sue lezioni tenute ad Harvard nel 1955 (le "William James Lectures"), e pubblicate nel 1962, Austin presentò la sua teoria sugli atti linguistici, alla cui base era un preciso punto di vista: considerare quei casi in cui dire qualcosa è fare qualcosa, o in cui col dire qualcosa e nel dire qualcosa stiamo facendo qualcosa. L'idea, cioè, era di esaminare il linguaggio nella sua esecuzione sotto la prospettiva dei pensieri, dei sentimenti e delle intenzioni che guidano il parlante nell'eseguire un enunciato effettivo, e degli scopi che si propone rispetto all'interlocutore. Indubbiamente tutto ciò deve rispettare alcune condizioni perché l'atto linguistico così compiuto risulti adeguato/appropriato rispetto a tutte le caratteristiche della situazione comunicativa. Si tratta del concetto di felicità dell'atto linguistico come condizione di adeguatezza che si applica su una procedura comprendente la produzione di certe parole da parte di certe persone in certe circostanze, componenti, queste, che devono risultare tutte adeguate rispetto ad "una procedura convenzionale accettata avente un certo effetto convenzionale". Ad es. ricevere un ordine "Vai a fare x" e rispondere "Non prendo ordini da te" manifesta il fallimento dell'atto linguistico eseguito, perché non si riconosce alla persona l'autorità necessaria per sostenere l'esecuzione di tale atto. Austin distingue, pertanto, fra atti linguistici diversi, dotati di caratteristiche distintive: l'esecuzione di un atto locutorio è semplicemente l'esecuzione dell'atto di dire qualcosa; l'esecuzione di un atto illocutorio, invece, è l'esecuzione di un atto nel dire qualcosa, es. una promessa, un avvertimento; l'esecuzione di un atto perclocutorio, infine, è l'esecuzione di un atto locutorio e conseguentemente di un atto illocutorio che produce specifici effetti sui sentimenti, i pensieri o le azioni degli ascoltatori, oppure del parlante, o di altre persone, ad es. giustificare una propria azione dicendo "Lui mi ha persuaso a fare x"; "Mi ha fatto fare x". Dunque se l'atto locutorio si esplicita nella relazione tra suono e significato, l'atto illocutorio richiede che venga esaminata anche la forza che l'enunciato possiede nel prodursi, ad es. un medesimo significato linguistico può correlarsi a significati 'situazionali' molto diversi: "Sono le cinque" può essere un'informazione (che ore sono), un avvertimento (stiamo facendo tardi per il treno), una richiesta (esame scritto), una scusa (è ormai tardi per fare ciò che tu mi chiedi). L'atto perlocutorio, infine, deve essere connesso al raggiungimento degli effetti che l'atto linguistico compiuto può avere praticamente su tutte le componenti della procedura.

Da analisi più dettagliate, emerge con evidenza come vi possa essere sempre un'articolazione dinamica dei diversi livelli di enunciazione; ne sono un esempio gli atti linguistici indiretti. Un atto illocutorio indiretto è un atto illocutorio che viene eseguito attraverso un altro atto inllocutorio, ad es. un enunciato come "Ti prego di telefonarmi" è un atto illocutorio diretto, mentre un enunciato come "Ricordi il mio numero di telefono, vero?" è un atto illocutorio indiretto, in ragione del fatto che chi

ascolta comprende sia ciò che il parlante ha detto letteralmente, sia ciò che di altro è stato significato indirettamente.

Dodici anni dopo Austin, nel 1967, tenne le "William James Lectures" ad Harvard Paul Grice, ed è ancora in questa occasione che viene presentata una teoria, che per molti anni circolerà come dattiloscritto col titolo "Logic and Conversation", volta a rendere conto di come di solito, parlando, comunichiamo assai più di quanto le parole enunciate significhino. La distinzione fondamentale, per Grice, è fra ciò che le parole significano e ciò che i parlanti, producendole, vogliono dire, la distinzione, cioè, tra ciò che è detto e ciò che si è inteso dire. Parliamo, pertanto, di comunicazione quando c'è reciproca intenzionalità, parliamo invece di estrazione di informazione se uno degli attori non possiede l'intenzionalità a comunicare, e di conseguenza il messaggio risulta da un processo inferenziale che è univocamente attuato da uno solo degli attori sulla base delle caratteristiche della situazione e delle conoscenze del mondo. "Quelle nuvole nere significano pioggia", "Quelle macchie rosse significano morbillo": in questi casi definiamo significato naturale quel significato che si può inferire dagli eventi del mondo, ma certamente non sono le nuvole o le macchie rosse a voler comunicare qualcosa, sono le persone a estrarre informazioni, a inferire conseguenze, dalle nuvole e dalle macchie.

Posto che il significato di una frase dipende da ciò che i parlanti intendono dire, allora col termine implicatura Grice indica esattamente il fare intendere, e con implicatum ciò che si fa intendere. In ragione del punto di vista assunto, segue che il significato di una enunciazione dipende non solo dall'enunciato profferito, ma anche dalle circostanze d'enunciazione e da regole generali che governano l'uso del linguaggio e lo scambio conversazionale. Grice individua così una classe di implicature conversazionali, che sono essenzialmente collegate a caratteristiche generali del discorso. In primo luogo, egli identifica un principio generale, il Principio di Cooperazione, che i parlanti dovrebbero osservare in ragione del fatto che la comunicazione non è altro che un particolare tipo di comportamento cooperativo:

Principio di Cooperazione: conforma il tuo contributo conversazionale a quanto è richiesto, nel momento in cui avviene, dall'intento comune accettato o dalla direzione dello scambio verbale in cui sei impegnato.

A partire da tale principio, si possono distinguere quattro categorie di massime specifiche ad esso conformi. La categoria della *Quantità* contiene le seguenti due massime:

1. Dà un contributo tanto informativo quanto richiesto (dagli intenti dello scambio verbale in corso);
2. Non dare un contributo più informativo di quanto sia richiesto.

La categoria della *Qualità* comprende una supermassima – "Cerca di dare un contributo che sia vero" – e due massime più specifiche:

1. Non dire ciò che ritieni falso;
2. Non dire ciò per cui non hai prove adeguate.

Nella categoria della *Relazione* compare una sola massima:
"Sii pertinente".

Infine nella categoria della *Modalità*, che si riferisce non a quanto è detto ma al modo in cui viene detto, si trova la supermassima : "Sii perspicuo", e altre massime quali:

1. Evita oscurità d'espressione;
2. Evita ambiguità;
3. Sii conciso (evita inutili prolissità);
4. Sii ordinato.

Possiamo notare da tutto ciò una distinzione netta tra ciò che è detto e gli implicata conversazionali, nella misura in cui questi ultimi non fanno parte del significato delle espressioni dal cui impiego vengono generati; infatti un implicatum conversazionale è trasmesso non da quanto viene detto, secondo Grice, ma dal fatto che qualcuno lo dice e dal "metterla in quei termini", nel senso che uno stesso detto può dar luogo in via di principio a diversi e distinti implicata, di conseguenza un implicatum si troverà ad avere indeterminatezza in quanto discende da una molteplicità di variabili interpretate. In sostanza le massime forniscono i criteri cui ci si ispira per trarre la catena di inferenze che, a partire dall'enunciato emesso dal/la parlante, arrivi fino alla comprensione da parte di chi ascolta. Naturalmente in una conversazione ben condotta le massime vengono rispettate, tuttavia possono essere anche violate, dando luogo a casi quali l'errore o l'inganno, per citarne solo alcuni. L'errore è naturalmente una violazione non volontaria di una massima da parte dell'emittente, come ad es. la disattenzione, che viola la massima di relazione, o la prolissità, che viola la massima della Modalità; l'inganno è invece una violazione volontaria di una massima volta a far trarre inferenze improprie a chi ascolta, come ad es. la semplice bugia che viola la massima di Qualità, mentre lo sviare il discorso senza farsene accorgere è violazione della massima di Relazione. La nozione di comunicazione data da Grice, dunque, è composta di significato e intenzioni: un persona vuol dire "che q" attraverso un dato comportamento soltanto se, attraverso quel comportamento, vuole indurre in chi ascolta la credenza "che q", in altri termini vuole ottenere un determinato effetto in chi ascolta.

Per comprendere i meccanismi della comunicazione, dunque, occorre tenere conto sia degli aspetti linguistici che di quelli extralinguistici dell'interazione. Nell'esecuzione reale di enunciati per il compimento di atti linguistici, infatti, gli aspetti linguistici della comunicazione si integrano con gli aspetti extralinguistici, ed entrambi sono completati negli aspetti paralinguistici che specificano l'enunciazione. Possiamo, quindi, schematizzare tutto ciò nel modo seguente:

- *Linguistica* → medium acustico, visivo, cinestetico (il linguaggio parlato);
- *Extralinguistica* → medium acustico (musica, pianto, riso, grido), visivo (gesti, sorriso, lacrime), cinestetico (carezza, schiaffo, bacio), olfattivo (profumo, odore);
- *Paralinguistica* → intensità vocale (tono, timbro, intensità, altezza di voce), intensità dei gesti e delle azioni.

Il linguaggio, pertanto, deve essere messo in relazione con tutti quegli elementi che sono in gioco nel reciproco comprendersi, perché quando ci spostiamo sul piano dell'esecuzione effettiva di enunciati in uno scambio conversazionale riusciamo a spiegare cosa sta avvenendo solo se teniamo conto, oltre al linguaggio enunciato, delle persone, dei loro pensieri emozioni e intenzioni, delle loro conoscenze condivise, dei loro scopi, degli effetti di credenza che si vogliono raggiungere, e così via.

Partendo anche dalla considerazione di elaborazioni teoriche come quelle ora

esaminate, Bara (1999: 70-72) enuncia una serie di principi generali della comunicazione.

Cooperazione: la comunicazione è, come abbiamo visto anche in Grice, un'attività cooperativa, ove sia il significato di ciascun atto comunicativo, sia il significato globale dell'interazione viene concordato fra i partecipanti allo scambio, pertanto deve esserci una rappresentazione mentale condivisa dagli interlocutori di ciò che sta accadendo: questa struttura è ciò che Bara chiama gioco comportamentale, rappresenta ciò che entrambi gli agenti credono di star facendo, il senso che stanno attribuendo all'intera sequenza delle interazioni.

Attenzione comune: perché la comunicazione si realizzi occorre che sussista il contatto fra i partecipanti, che vi sia convergenza di attenzione su azioni in base alle quali è attirata l'attenzione di chi ascolta sulle azioni eseguite da chi parla che attribuisce alle stesse valore espressivo col semplice attirare l'attenzione di chi ascolta su di esse.

Intenzionalità comunicativa: comunicare è un atto intenzionale e consapevole, nella misura in cui l'emittente vuole che sia non solo trasmesso a chi ascolta un contenuto informativo, ma anche che sia riconoscibile la propria spinta a comunicare qualcosa di rilevante.

Simbolicità della comunicazione: un'azione diventa atto comunicativo quando le viene assegnato un significato, vale a dire i partecipanti allo scambio riconoscono concordemente l'interpretazione da attribuire a segni che in quanto tali stanno per qualcos'altro, ed è questo qualcos' altro che formano concordemente.

Conoscenza condivisa: ogni scambio comunicativo si fonda su conoscenze che i partecipanti assumono come condivise, e maggiori sono tali conoscenze in comune più diviene efficace la comunicazione, in quanto molti elementi non necessitano di essere verbalizzati perché il messaggio giunga a destinazione nel modo voluto.

Conversazione: diviene importante adottare le forme di comunicazione adeguate alla situazione, relativamente allo scambio dei turni, alla coerenza del discorso, ecc.

Dipendenza culturale: l'atto comunicativo si inserisce in una situazione relativa ad un contesto socio-culturale, pertanto la comunicazione ha buon fine se vengono rispettate le norme sociali proprie della cultura (si veda ad esempio la difficoltà di reciproca comprensione che sorge nel caso dell'incontro fra culture diverse).

Sistema funzionale linguistico ed extralinguistico: si tratta di due modalità che si integrano reciprocamente nell'atto comunicativo.

Più in generale, l'autore punta ad un tipo di pragmatica – denominata pragmatica cognitiva – che cerca di tenere conto in primo luogo degli stati mentali delle persone impegnate in un'attività comunicativa. Lo spostamento di focus discende dall'idea che è certamente necessario che vi siano due persone per parlare di comunicazione, ma questo, tuttavia, non è sufficiente, perché occorre che vi sia una serie di altre condizioni. In primo luogo il significato globale dell'interazione viene concordato fra i partecipanti, indipendentemente dal loro ruolo, pertanto deve esserci una rappresentazione mentale condivisa dagli interlocutori di ciò che sta accadendo, del significato che stanno attribuendo alle loro interazioni, tenuto conto non solo della condivisione di conoscenza che è necessaria perché possa sussistere interazione fra due persone, ma anche di circostanze appropriate, del tempo e del luogo, della natura della relazione tra i potenziali partecipanti, delle 'norme' culturali accettate.

8.2. L'evoluzione della competenza comunicativa: filogenesi

Indicando col termine competenza comunicativa quell'insieme di conoscenze che guidano l'esecuzione/comprensione adeguata di atti linguistici, possiamo chiederci come tale competenza si sviluppi nel corso dell'apprendimento. Indubbiamente, siccome trattiamo qui di comunicazione, risaltano in primo luogo gli interrogativi inerenti le possibili relazioni tra fattori linguistici e fattori extralinguistici: in che misura la facoltà di linguaggio può essere concepita come autonoma dalle condizioni concrete in cui avviene effettivamente la comunicazione, in che misura possiamo supporre una 'discontinuità' tra fattori extralinguistici e fattori linguistici nel formarsi dell'abilità a comunicare tramite il linguaggio. All'interno di una scienza che deve necessariamente misurarsi con principi quali quelli della teoria dell'evoluzione darwiniana, il quesito ora posto si propone tanto per la filogenesi quanto per l'ontogenesi, nella misura in cui la seconda è stata, fin dalle origini della teoria della selezione naturale, considerata un processo rapido e abbreviato della prima[20]. Non è un caso, infatti, che la teoria innatista chomskyana – che come abbiamo visto assume la completa autonomia della facoltà di linguaggio ed attribuisce un ruolo pressoché nullo all'ambiente – si correli all'idea che, nella storia della specie umana, il linguaggio sia emerso all'improvviso, in relazione a precise mutazioni anatomiche, e con la complessità simile a quella che possiede attualmente. Assume, cioè, un'idea di 'discontinuità', di salto, nel processo evolutivo della specie. Secondo alcuni studiosi, tale affermazione rende la teoria chomkiana antidarwiniana (Axel Müller), nella misura in cui secondo la teoria evoluzionistica tradizionale la complessità si sarebbe sviluppata gradatamente, per altri, invece, essa resta comunque dentro la teoria dell'evoluzione nella misura in cui il salto non è altro che l'apparire superficiale di mutamenti progressivi sottostanti. In particolare, rifacendosi alle elaborazioni teoriche di Eldredge, studiosi come Pinker e Bloom si sono rifatti al concetto di "equilibrio discontinuo" nel senso che mutazioni improvvise possono succedersi a periodi di stasi e dunque le variazioni, pur verificandosi in periodi piuttosto lunghi, possono talvolta avvenire anche in maniera subitanea. Parimenti non è casuale che gli approcci teorici che sostengono, come fondamentale per l'emergere del linguaggio, la relazione intersoggettiva adulto-infante attribuendo rilevanza a tutti i fattori ambientali – ivi compreso quelli emotivi e corporei – in cui avviene la comunicazione, sostengano una maggiore continuità tra fattori linguistici e fattori extralinguistici, richiamandosi spesso alle stesse idee di Darwin che trovava nel grido e nelle emozioni le prime forme di espressione comunicativa.

Come sostiene Gazzaniga (1999), la comparsa del linguaggio, che nel corso dell'evoluzione ha via via acquistato sempre maggiore complessità, è un prodotto

[20] Si legge nell'organo di diffusione del darwinismo in Italia nella seconda metà dell'800, la *Rivista di Filosofia Scientifica*: "L'ontogenia è una ricapitolazione breve e rapida della filogenia; essa risulta dalle funzioni fisiologiche dell'eredità e dell'adattamento" (Fano, Fisiologia del cuore, *Rivista di Filosofia Scientifica*, 2: 685); pertanto "Ne segue che l'infante è la sintesi dell'evoluzione; è un'evoluzione concretata in leggi determinate o in sviluppo" (De Dominicis, Lo sviluppo psichico e la pedagogia, *Rivista di Filosofia Scientifica*, 3: 122). Per altro verso, sono assai attuali alcune citazioni fatte a quel tempo dagli studiosi, in merito alla formazione scolastica: "Alla scuola elementare, come ad ogni altro insegnamento, non può esservi dubbio, devesi applicare la conquista teoria dell'evoluzione di Darwin. Non si arricci il naso a questo nome" Simoncini, *RFS3*, 549: 1883-1884.

dell'evoluzione umana, dove noi siamo il risultato di continui adattamenti, sistemi specializzati che di volta in volta il cervello acquista attraverso mutazioni casuali per far fronte a nuove esigenze ed aumentare il successo riproduttivo. Si tratta, in fondo come propone Dawkins, di un processo per prove ed errori, dove la prova consiste nella mutazione casuale e l'errore nel dimostrare se la mutazione avvenuta sia o meno produttiva per l'organismo. "Le leggi dell'evoluzione sono scettiche" dicevano i primi seguaci della teoria della selezione naturale, e mutazioni anche complesse come il linguaggio sono modificazioni casuali.

Secondo Tattersall (2002, 2004), dato che la selezione naturale non può fare altro che promuovere o eliminare le novità proposte dai cambiamenti casuali, influenzati a loro volta da ciò che vi era prima, è il concetto di «esaptazione» che forse può aiutarci a capire come può essersi evoluta la facoltà di linguaggio. Con tale termine si fa riferimento a quei caratteri che si sono manifestati e sono disponibili potenzialmente ad essere sfruttati per qualche altra funzione. In particolare, l'uomo aveva un apparato vocale che poteva produrre i suoni del linguaggio oltre 500.000 anni prima che i nostri progenitori lo sfruttassero realmente (i nehandertaliani possedevano una qualche forma di comunicazione orale, anche sofisticata, se pure assai diversa dal linguaggio come noi lo conosciamo), di conseguenza dopo un periodo di espansione e riorganizzazione casuale del cervello, una combinazione altrettanto casuale di elementi preesistenti ha generato l'innovazione: una potenzialità fino ad allora negletta per il pensiero simbolico veniva quindi ad essere liberata sotto lo stimolo culturale in una particolare popolazione.

Anche Bara (1999), di fronte alla problematica inerente la filogenesi del linguaggio considerata sotto il profilo della comunicazione, sembra aderire all'ipotesi che il linguaggio non si sia originato all'improvviso, in un unico momento. Piuttosto possiamo ipotizzare una mutazione genetica grazie alla quale un primo ominide mostri una qualche capacità linguistica. L'insorgenza del protolinguaggio negli ominidi si spiega con una mutazione genetica, questo evento corrisponde ad un salto qualitativo, salto su cui si sono concentrati tutti gli studiosi del linguaggio. L'efficacia comunicativa in tal modo realizzatasi si dimostra un premio evolutivo sufficiente a stabilizzare la nuova conquista nel pool genetico della popolazione. Si innesca così una sinergia per cui la comunicazione – che precedentemente era solo extralinguistica – migliora con il protolinguaggio ed il protolinguaggio si sviluppa ulteriormente grazie alla pressione indotta dalle esigenze comunicative. La comunicazione, arricchendosi della componente linguistica, forgia il protolinguaggio rendendolo sempre più simile al linguaggio che conosciamo ora. Una volta che gli uomini hanno sviluppato la competenza linguistica, la loro capacità comunicativa si potenzia in modo esplosivo. Il terzo passaggio sarà rappresentato dalla scrittura.

8.3. L'emergere della competenza comunicativa: ontogenesi

Comunicazione prelinguistica e linguaggio sono probabilmente da considerare due sistemi separati; entrambi sono cognizioni situate, che avvengono in un contesto specifico, e dunque condividono una serie di caratteristiche (Bara et al. 1999); tali

caratteristiche comuni non sono, tuttavia, prova di una continuità, ma del fatto che le due forme comunicative avvengono nello stesso contesto, vale a dire che è il mondo a dare i vincoli. L'uso comunicativo dell'abilità linguistica e di quella extralinguistica porta i due tipi di espressione ad interagire e a modificarsi reciprocamente. L'uso del linguaggio ripercorre inevitabilmente vie già tracciate dalla modalità comunicativa extralinguistica, e inevitabilmente ne verrà influenzato. Gli aspetti paralinguistici della comunicazione linguistica sono la forma evidente di contatto fra i due binari comunicativi; tali aspetti sono, infatti, un modo parzialmente non linguistico per veicolare i toni emotivi, e simili, della comunicazione entro binari linguistici. Non a caso la comunicazione delle emozioni è quella più difficile da tradurre linguisticamente, mentre sono più adatte ad espimerla le strutture extralinguistiche. Ma la cosa vale anche nella direzione opposta, in quanto la comunicazione extralinguistica è fortemente influenzata da quella linguistica.

Il neonato possiede una competenza pragmatica innata che precede di qualche settimana ogni forma di espressione strutturata[21]. Questa competenza si esprime prima per via extralinguistica e poi per via linguistica. Le due modalità sono strutturalmente indipendenti ma, avendo uno stesso scopo funzionale, presentano molte somiglianze. Vediamo le primitive della comunicazione.

8.3.1 L'attenzione comune

Per comunicare, occorre entrare in sintonia con l'interlocutore. Il primo elemento è il contatto oculare, poi il contatto oculare prolungato. A 3 mesi è possibile attirare l'attenzione del bambino su un oggetto mediante enunciati da parte della madre dei quali è efficace non tanto lo specifico contenuto quanto la struttura intonazionale ascendente. A 7 mesi i bambini sono in grado di cogliere segnali che indicano che la madre sta prestando attenzione a qualcosa che anche loro devono guardare. A proposito del seguire la linea dello sguardo di un altro, possiamo dire che fra 8 e 10 mesi un terzo dei bambini seguono il cambiamento di linea dello sguardo dello sperimentatore, a 12 mesi lo fanno tutti. Basti ricordare come, fin dall'inizio delle sue ricerche, Bruner aveva individuato nell'attenzione condivisa una condizione essenziale per il sorgere del linguaggio nell'infante, perché anche solo per capire il rapporto fra etichetta fonologica emessa dall'adulto/a ed il referente nel mondo, occorre che entrambi gli attori dello scambio comunicativo stiano almeno guardando lo stesso oggetto.

Questo accade, naturalmente, quando siano assenti disturbi evolutivi; basti pensare, infatti, al caso dei bambini autistici. Essi mostrano di non essere in grado di condividere l'attenzione con un'altra persona, sfuggono lo sguardo altrui, e conseguentemente radicano in tale assenza molte delle difficoltà che successivamente avranno a stabilire relazioni comunicative adeguate.

[21] Cfr. al riguardo quanto trattato in 4.4., 4.5.

8.3.2 Intenzionalità comunicativa

Il bambino si trova immerso fin dalla nascita in una situazione in cui gli viene attribuita intenzionalità propria. Secondo Sugarman (1984) i bambini esprimono la duplice informazione tipica dell'intenzionalità comunicativa (quella di manifestare le proprie intenzioni rispetto ad un qualche stato di cose, e quella di chiarire che lo sta comunicando) sequenzialmente fino a 12 mesi: sono giustapposte azioni quali indicare un oggetto, dunque azioni rivolte ad uno stato di cose esterno, ad azioni quali vocalizzare verso una persona quale invito o richiamo di attenzione. Temporalmente la richiesta è la prima intenzione comunicativa a emergere, sia extra- che linguisticamente. Le richieste nel primo anno di vita sono realizzate con la singola parola. Poi possono aggiungersi gli assertivi, con i quali il bambino intende informare che "c'è x". L'olofrase può essere considerata, dunque, una integrazione di componenti linguistiche ed extralinguistiche gestita da un'unica competenza comunicativa, capace di sfruttare al meglio le risorse a disposizione, pertanto potrebbe essere equiparata ad un atto linguistico primitivo.

Camaioni (1995) ha proposto le seguenti tre fasi di sviluppo della intenzione comunicativa:

1. il/la bambino/a usa l'adulto/a come strumento per ottenere un certo scopo; ad esempio tira verso di sé la mano dell'adulto/a che tiene un giocattolo che vuole, si arrampica sull'adulto/a per raggiungere un oggetto: il/la bambino/a dimostra, così, di avere intenzioni, vale a dire è capace di formulare scopi e di selezionare mezzi adeguati per raggiungere tali scopi;
2. il/la bambino/a usa l'adulto come agente autonomo capace di fargli raggiungere lo scopo voluto; ad esempio indica verso il lavabo fintanto che non ottiene il bicchiere di acqua dalla mamma: il/la bambino/a dimostra, così, di avere aspettative circa l'efficacia di diversi strumenti, ed in particolare sull'efficacia degli agenti umani quali strumenti per raggiungere precisi fini;
3. il/la bambino/a usa un oggetto come mezzo per ottenere l'attenzione, l'interesse, la considerazione dell'adulto/a. Lo spostamento è cruciale in quanto l'adulto/a non è più il mezzo ma lo scopo all'interno della sequenza; per esempio il/la bambino/a guarda e indica fuori della finestra, quindi guarda l'adulto/a e continua a indicare fino a che l'altro/a non guarda nella direzione voluta e commenta: è in questa fase che il/la bambino/a dimostra di padroneggiare l'intenzione comunicativa nella sua pienezza, in ragione del fatto che intende influenzare lo stato interno dell'interlocutore, e dunque deve essere capace di rappresentarsi l'altro/a come capace di avere intenzioni proprie e di comprendere le altrui.

8.3.3 Conoscenza condivisa

Ricerche recenti hanno sottolineato come probabilmente sia da considerarsi innato lo stato mentale di conoscenza condivisa, inteso soprattutto come risonanza tra due menti entro la ricerca di una relazione empatica. Secondo Aitken e Trevarthen (1997) lo sviluppo mentale degli esseri umani è visto fondamentalmente come «un processo di interazioni innatamente intersoggettive». In relazione alle caratteristiche dell'interazio-

ne madre-bambino, si distingue tra intersoggettività primaria e intersoggettività secondaria. A partire dal concetto di soggettività come la capacità che deve avere il bambino di esibire almeno i rudimenti della coscienza individuale e dell'intenzionalità, viene elaborata l'ipotesi che, per comunicare, il bambino deve dimostrare intersoggettività, vale a dire deve essere capace di adattare il proprio controllo soggettivo alla soggettività altrui. Più precisamente, l'intersoggettività primaria riguarda i primi mesi di vita del bambino e interessa i modi in cui madre e bambino organizzano ciclicamente la comunicazione, in un gioco di reciprocità certo per ora asimmetrico – nel senso che è la madre soprattutto ad adattarsi comunicativamente al bambino – ma non unilaterale giacché anche il bambino mostra risposte differenziate in ragione della diversità di atto comunicativo da parte della madre. L'intersoggettività secondaria, invece, emerge soprattutto intorno ai 9 mesi e individua la raggiunta capacità del bambino di coordinare la sua attenzione tra la madre ed un oggetto del mondo fisico, dunque la capacità di voler condividere con l'altro/a esperienze concernenti eventi e oggetti della realtà esterna: prima dei nove mesi gli oggetti sono percepiti ed usati, e si comunica con le persone, ma si tratta di due tipi di intenzione che vengono espressi separatamente.

Secondo Aitken e Trevarthen (1997), l'intersoggettività umana e l'apprendimento, considerate in stretta relazione, sono «radicate nella neurobiologia evolutiva dell'infante», quindi fin dalla nascita è a disposizione un meccanismo – chiamato Intrinsic Motive Formation (IMF) – pronto ad entrare in relazione con le emozioni espresse dall'adulto in una sorta di guida mutua dello sviluppo cerebrale infantile e dell'apprendimento sociale. È appunto l'IMF che genera ciò che è stato chiamato in diversi lavori da Trevarthen un "altro virtuale", nel senso che forse la più consistente disposizione innata si identifica nel bisogno "organico" di avere una persona con cui entrare in relazione, perché ogni mente ha la necessità di una persona oggetto emotiva. Pertanto per Trevarthen i bambini posseggono fin dalla nascita un sistema emotivo coerente e differenziato, che riproduce su scala ridotta l'intera gamma di emozioni che si può osservare negli adulti e posseggono anche le distinzioni tra differenti livelli di regolazione emotiva: «quello del "sé in quanto corpo", o livello autonomo, quello del "sé con gli oggetti", livello cognitivo, e quello del "sé con l'altro", livello comunicativo» (Trevarthen 1998: 115). Le emozioni così differenziate sono innate, parte della biologia umana, in particolare dei tessuti cerebrali embrionali; è su questa base che possono poi darsi articolazioni più complesse delle emozioni anche per effetto dell'apprendimento e della cultura. In sostanza la distinzione tra sé e l'altro/a è presente già prima della nascita. Nel cervello esiste un insieme chiaro e universale di stati ed espressioni emotive innate, inoltre l'espressione delle emozioni rispetto ai tre versanti dell'esperienza (autonomo, cognitivo, comunicativo) dimostra la funzione centrale dei contrasti e delle transizioni affettive nel proseguire in azioni coscientemente intraprese, utilizzando il mondo e comunicando con esso.

8.3.4 Teoria della mente

L'idea fondamentale da cui prende origine la teoria della mente (Baron-Cohen 1997) è che la selezione naturale abbia prodotto un sistema di lettura della mente alla

cui base stanno quattro distinti meccanismi che compaiono in età evolutive diverse. Il rivelatore di intenzionalità (ID) è un dispositivo che, attraverso la vista il tatto e l'udito, interpreta gli stimoli percettivi in movimento nei termini dei due stati mentali primitivi del desiderio e dello scopo, necessari, appunto, per dare senso ai movimenti comuni a tutti gli animali. Il rivelatore della direzione degli occhi (EDD) opera solo attraverso la modalità visiva, e fa sì che il bambino individui gli occhi come oggetto preferenziale di osservazione, individui la direzione degli occhi, interpreti lo sguardo come vedere, dunque costruisca rappresentazioni di natura diadica in quanto specificano la relazione tra agente e oggetto oppure tra agente e sé. Perché si possa giungere a costruire un universo condiviso occorre che si sviluppino altri due meccanismi. In primo luogo il meccanismo di attenzione condivisa (SAM) costruisce rappresentazioni triadiche Agente-sé-Oggetto (o Agente-sé-Agente) che veicolano l'informazione relativa allo stato percettivo di un altro agente (ad es. Mamma-vede-(Io-vedo-l'autobus)), dunque è il meccanismo che rende possibile la lettura della direzione degli occhi (EDD) nei termini degli stati mentali basilari (ID). Questo sviluppo avviene dai 9 ai 18 mesi, e corrisponde grosso modo a ciò che Trevarthen (1979) chiama soggettività secondaria, come riconosce Baron-Cohen stesso. Questi tre meccanismi consentono di leggere il comportamento nei termini di stati mentali volizionali e la direzione degli occhi nei termini di stati mentali percettivi, quali il vedere; il completo sviluppo si raggiunge con il quarto meccanismo – appunto il meccanismo della teoria della mente (ToMM) – un sistema che consente sia di rappresentare l'insieme degli stati epistemici, quali il fare finta, il pensare, il sapere, il credere, l'immaginare, il sognare, l'indovinare e l'ingannare, sia di connettere tutti gli stati mentali (volizionali, percettivi ed epistemici) in un'interpretazione coerente di come siano correlate le azioni e gli stati mentali. La fase di sviluppo del meccanismo di teoria della mente va dai 18 ai 48 mesi, sotto l'attivazione del meccanismo precedente di attenzione condivisa, e la sua maturazione è preannunciata dal presentarsi del gioco di finzione nei comportamenti del bambino. Di fatto i bambini cominciano a rispondere al compito della falsa credenza come al compito del cambio rappresentazionale, solo a partire dai 4 anni; quindi è fra 3 e 5 anni che nella mente infantile si sviluppa la capacità di attribuire ad altri stati mentali e credenze diversi dai propri (vedi ironia e inganno). A partire da questo quadro teorico, Baron-Cohen ritiene che l'autismo sia da collegare ad uno sviluppo menomato del SAM, con la conseguente mancata attivazione del ToMM; in altri termini, il bambino autistico non sarebbe capace di rappresentare metacognitivamente gli stati mentali di altre persone, legati alle credenze, ai desideri, alle intenzioni, e così via; ciò verrebbe dimostrato anche dal fallimento che i bambini autistici presentano nelle prove di falsa credenza.

8.3.5 Dipendenza dal contesto

Il bambino dai 18 mesi in poi si dimostra capace di utilizzare nei contesti appropriati modalità paralinguistiche, come una voce addolcita per mostrare che sta facendo il bravo, ecc. Le protoconversazioni iniziali sono soprattutto senza oggetto, una sorta di implemetazione di intersoggettività fine a se stessa: la madre tratta il bambino

come se stesse comunicando qualcosa in senso proprio. Dopo le prime settimane le protoconversazioni diventano il cosiddetto baby talk[22]: modo di produzione più lento e più scandito, gli enunciati sono più semplici formalmente, brevi, e caratterizzati da una sintassi molto semplice, l'intonazione appare come enfatizzata, mostrando dunque una sottolineatura degli aspetti prosodici, il lessico è ristretto e caratterizzato da ripetizioni e ridondanze, le funzioni dominanti sono le richiestive. Anche i bambini usano un baby talk quando parlano a bambini più piccoli.

Per quanto riguarda l'acquisizione delle conoscenze necessarie per la competenza comunicativa, occorre probabilmente distinguere gli atti linguistici in ragione dell'articolazione inferenziale da essi implicata per poter essere compresi adeguatamente. Bara (1999) distingue principalmente tra atti diretti : "Apri la porta!" e atti indiretti: "Ti dispiacerebbe aprire la porta?" e rispetto ad entrambi distingue fra atti semplici, cioè atti che sono convenzionali, usuali e dunque di facile comprensione, e atti complessi, vioè atti non convenzionali che richiedono pertanto una catena di inferenze per essere compresi ("Caro mio, ti farà male il ditino stasera!". Ha telefonato troppo). Su tale base distintiva si può ipotizzare che il/la bambino/a, dopo una prima fase in cui non possiede ancora la conoscenza del mondo e del linguaggio necessarie a comprendere un atto comunicativo sia nel suo aspetto letterale che nella sua dimensione inferenziale, diviene progressivamente capace, col crescere delle conoscenze sul linguaggio e sul mondo, di dominare atti linguistici convenzionali e semplici. Secondo Bara et al. (1999) si rileva una precisa progressione nello sviluppo della competenza comunicativa in ragione della complessità dei singoli atti: atti linguistici semplici, atti linguistici complessi, ironia, comprensione dell'inganno, pianificazione dell'inganno.

Con diversa impostazione, Bruner adotta la distinzione di Hymes (1972) fra competenza linguistica (la capacità di comprendere usare un determinato codice linguistico) e competenza comunicativa (insieme delle capacità cognitive e delle conoscenze che mettono in grado la persona di usare il linguaggio in modo adeguato rispetto al contesto) e sostiene che il/la bambino/a sviluppa le proprie conoscenze linguistiche a partire dalle conoscenze comunicative prelinguistiche. La continuità che Bruner (1989) stabilisce è da intendersi non certo come una continuità formale, relativa cioè alla relazione tra una forma preverbale ed una successiva forma verbale funzionalmente equivalente, ma come una continuità che si colloca sul piano pragmatico, come continuità funzionale nel senso che la modalità verbale esprime le medesime funzioni della modalità preverbale.

Nel trattamento di Bruner si ritrovano molti elementi che sono propri anche della teorizzazione di Trevarthen, quali la predisposizione innata alla ricerca di un altro da sé con cui entrare in comunicazione: la presenza di precisi meccanismi e dispositivi neurobiologici di natura motoria, sensoriale e percettiva costituiscono la dotazione innata senza la quale l'infante non sarebbe in grado di stabilire un contatto con l'adulto/a. Su questa base, individua una serie di prerequisiti cognitivi e percettivi senza dei quali non sarebbe possibile lo sviluppo successivo del linguaggio. Fin dall'inizio l'infante è dotato di meccanismi biologici che gli consentono di realizzare

[22] Una delle analisi che restano ancora più complete e interessanti del baby talk per la lingua italiana e alcune varietà dialettali è data in Savoia (1984).

comportamenti finalizzati ad uno scopo – si veda ad es. l'azione dell'indicare come mezzo per spostare l'attenzione dell'altro/a su oggetti che sono nell'interesse comunicativo dell'infante. Inoltre il/la bambino/a mostra di avere regolarità nell'azione, nel senso che applica ripetutamente una medesima azione su più oggetti e successivamente esercita tutte le routines così disponibili su uno stesso oggetto; si tratta in sostanza di schemi interattivi regolari e costanti che determinano una struttura codificata dell'interazione intersoggettiva, dalla quale il/la bambino/a impara, ancor prima di avere a disposizione il linguaggio, ad organizzare la realtà in classi e categorie, a distinguere fra azione, agente e oggetto. Attraverso l'interazione il/la bambino/a impara anche a comprendere le regole della conversazione, le presupposizioni su cui si basa, i legami che il linguaggio intrattiene con il contesto attraverso la deissi, i modi per segnalare le intenzioni comunicative; ne sono un esempio la modalità di richiesta e la modalità di scambio. Infine durante il primo anno e mezzo di vita il/la bambino/a è in grado di stabilire una forte rispondenza reciproca con l'altro/a mediante co-orientamento dello sguardo, mutua attenzione, condivisione di esperienze che richiede l'attuazione di ruoli congiunti secondo forme diverse. In conclusione lo sviluppo del linguaggio non sarebbe possibile, per Bruner, se nella fase prelinguistica non fossero presenti sistematicamente questi tipi di interazioni e di scambi. In fondo anche l'intenzione comunicativa che spesso l'adulto/a attribuisce a il/la bambino/a gioca un ruolo importante nello sviluppo dell'intenzionalità comunicativa perché di fatto gli/le riconosce la capacità di porsi in relazione e di avere uno scambio dotato di significato; è in questo modo che il/la bambino/a impara gradualmente quali sono le interpretazioni sollecitate dai gesti e dai suoni del linguaggio, e anche come tali interpretazioni possono essere modificate.

In conclusione Bruner non asserisce che le forme linguistiche possano essere derivate direttamente dalle forme prelinguistiche di comunicazione, giacché il linguaggio come sistema di segni ha delle specificità che rendono i due piani – linguistico e prelinguistico – incommensurabili sul piano delle forme; tuttavia, il linguaggio non sarebbe possibile se non affondasse le proprie radici nelle 'pratiche' comunicative prelinguistiche che il/la bambino/a svolge. La ragione è che proprio tale base comunicativa prelinguistica offre quella continuità di funzioni che consentono a il/la bambino/a di dare senso e valore al sistema astratto dei segni linguistici: il linguaggio si trova così ad essere collocato entro l'ambito più ampio della cognizione, dell'azione e della comunicazione.

9. Il cervello umano

9.1. Anatomia

Il cervello, insieme al midollo spinale, costituisce il sistema nervoso centrale. Come ogni altro organo del corpo umano, il cervello è costituito da cellule: la cellula di base del cervello è la cellula nervosa o *neurone*. Ci sono circa 40 miliardi di neuroni in un cervello e non hanno capacità di rigenerazione: mentre le cellule dei vari organi sono in grado, a seguito di una lesione, di essere sostituite, se il corpo cellulare del neurone viene leso la perdita è definitiva. Il neurone è costituito da tre componenti: il *corpo cellulare*, l'*assone*, ovvero una fibra nervosa che costituisce il prolungamento principale in uscita e i *dendriti*, ovvero le fibre nervose che compongono i prolungamenti in entrata.
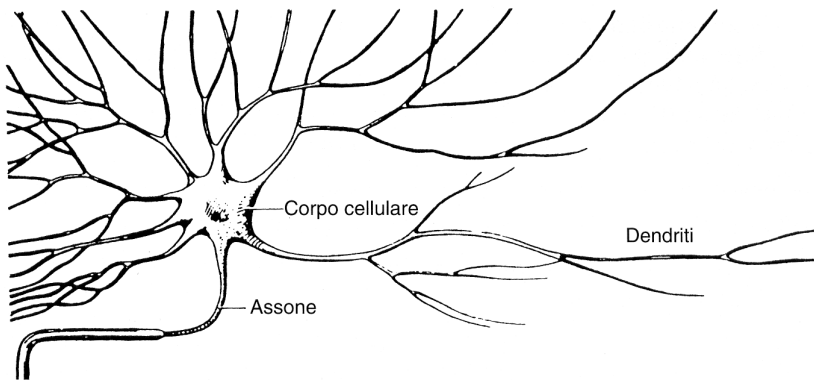
Fig. 21 Il neurone

I neuroni comunicano l'uno con l'altro e con altre parti del corpo tramite l'invio di messaggi elettrici attraverso la rete neurale: i nervi convogliano gli impulsi dal cervello al corpo e dal corpo al cervello. Anche se questo non è l'unico mezzo di comunicazione, dato che cervello e corpo sono anche connessi chimicamente, mediante sostanze come gli ormoni e i peptidi, emessi dal cervello e inviati alle varie parti del corpo tramite il flusso sanguigno. Nell'uomo quello che nella terminologia quotidiana chiamiamo cervello corrisponde in termini scientifici al *telencefalo* che assieme al *diencefalo* occupa i ¾ del forebrain o *proencefalo*.

Il diencefalo è costituito da:

- Talamo: riceve le informazioni sensitive e le ritrasmette alla corteccia cerebrale; le sue funzioni sono l'integrazione sensitiva e l'integrazione motoria;
- Ipotalamo: pesa circa 1/300 di tutto il cervello ma è responsabile di aspetti importantissimi del comportamento. Si attribuiscono all'ipotalamo la regolazione delle attività vegetative e subcoscienti di temperatura corporea, emozioni, fame, sete e ritmi circadiani.
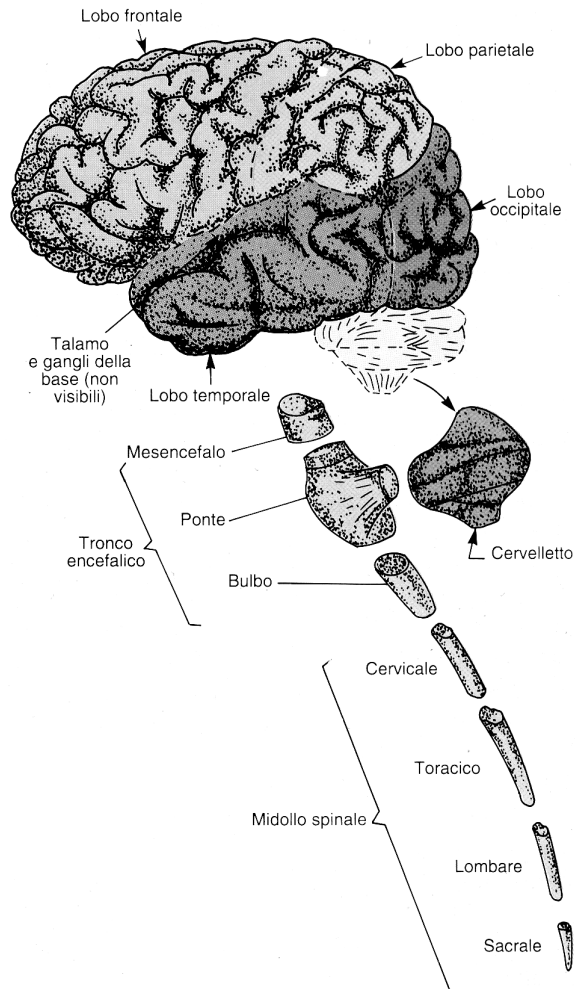
Fig. 22 Il sistema nervoso centrale

Il telencefalo è collegato procedendo verso il basso attraverso il mesencefalo o midbrain al rombencefalo o hindbrain che a sua volta è costituito da:

- Cervelletto,
- Ponte,
- Midollo allungato o bulbo.

Dall'alto possiamo notare, come il cervello sia suddiviso in due emisferi non completamente separati tra loro, sono infatti collegati da fasci di fibre, che costituiscono il corpo calloso e la commissura anteriore.

Il corpo calloso si sviluppa per quasi la metà della lunghezza dei due emisferi ed

è costituito da circa venti milioni di fibre; la commessura anteriore è più piccola e collega le parti anteriori e mediali dei lobi temporali.

Gli emisferi cerebrali sono la parte più ampia del cervello e sono connessi con le funzioni mentali superiori. Possiamo individuare due emisferi cerebrali: il destro e il sinistro. L'emisfero cerebrale destro controlla la parte sinistra del corpo e l'emisfero cerebrale sinistro controlla la parte destra. Ogni emisfero cerebrale è diviso in quattro lobi: *frontale*, *parietale*, *temporale* e *occipitale*.

Una sezione del sistema nervoso centrale permette di osservare la differenza tra materia grigia, costituita da insiemi di corpi cellulari nervosi e sostanza bianca, corrispondente in larga misura ad assoni o fibre nervose, uscenti dai corpi cellulari nella sostanza grigia; ci sono tuttavia aree aggiuntive di materia grigia all'interno degli emisferi cerebrali come il talamo e l'ipotalamo.

La materia grigia, ovvero i corpi cellulari nervosi, può essere disposta in strati: ne sono esempi la corteccia cerebrale, che copre gli emisferi cerebrali, e la corteccia cerebellare, che avvolge il cervelletto; oppure si dispone in formazioni nucleari: ci sono nuclei grandi come il caudato, il putamen e il globus pallidus, nella parte più profonda di ciascun emisfero, o l'amigdala, nascosta all'interno di ciascun lobo temporale; ci sono estese raccolte di nuclei più piccoli come quelli che formano il talamo; e poi piccoli nuclei singoli, come il locus niger o il nucleus coeruleus, nel midollo allungato.

La superficie degli emisferi cerebrali costituisce la corteccia: una struttura che copre tutte le superfici del cervello, il cui spessore varia dai 2 ai 6 millimetri. Negli esseri umani la corteccia ha tutta una serie di circonvoluzioni: le parti sporgenti prendono il nome di giri, quelle infossate prendono il nome di solchi. I lobi sono separati da quattro di queste circonvoluzioni che prendono il nome di:

- *scissura longitudinale* che separa gli emisferi cerebrali;
- *scissura centrale*, detta scissura di Rolando, che separa il lobo frontale da quello parietale;
- *scissura laterale*, detta scissura di Silvio, che separa il lobo temporale dal lobo frontale e da una parte di quello parietale;
- *scissura parieto-occipitale* che separa la porzione superiore del lobo parietale da quella del lobo occipitale.

Comparando i cervelli delle varie specie animali possiamo notare che più l'animale è evoluto e più la corteccia è ripiegata su se stessa: in questo modo la superficie cerebrale è stata in grado di aumentare anche moltissimo, ma rimanendo entro i confini di un cranio relativamente piccolo. In qualche modo, quindi, dobbiamo pensare che le funzioni superiori siano legate allo sviluppo della corteccia cerebrale. Andiamo, di conseguenza, ad analizzare le principali aree funzionali della corteccia cerebrale:

1. *area motoria*: che a sua volta è composta da:
   a. *la corteccia motoria*: situata anteriormente al solco centrale, corrisponde al cosiddetto homunculus motorio, si occupa dei movimenti dei vari muscoli all'interno del nostro corpo;
   b. *la corteccia premotoria*: situata anteriormente alla precedente, è deputata alle risposte motorie coordinate e complesse e ai programmi mentali motori della motilità del corpo;
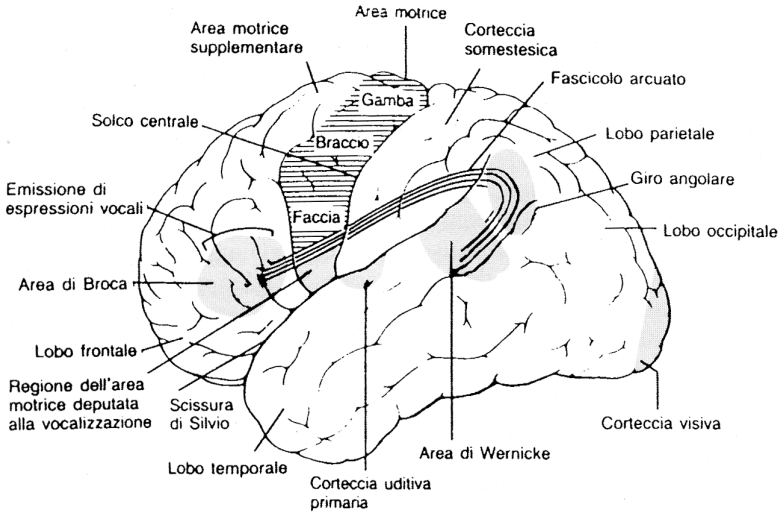
Fig. 23 Le aree cerebrali

   c. *l'area orbito-mesio-frontale*: contiene i programmi mentali emozionali e produce le risposte emotive, è situato nella porzione infero-mediale del lobo frontale;
   d. *l'area di Broca*: situata anteriormente alla corteccia premotoria controlla i movimenti necessari alla formazione delle parole, quindi della respirazione, della laringe e degli articolatori bucco-facciali, e comprende i programmi mentali motori deputati alla fonazione. Il suo ruolo è chiaramente fondamentale nella produzione del linguaggio;
   e. *l'area prefrontale*: è importante per la programmazione dell'atto motorio, tra i suoi compiti troviamo quello di calibrare le conseguenze di azioni future e di pianificare il proprio comportamento motorio di conseguenza;
2. *aree sensoriali primarie*: che ricevono i segnali di input direttamente dai vari ricettori sensoriali e si distinguono in:
   a. *l'area somestetica*, deputata alla sensibilità generale;
   b. *l'area visiva*, deputata alla visione;
   c. *l'area uditiva* deputata agli stimoli uditivi;
3. *aree sensoriali secondarie* o di ordine superiore: che invece elaborano l'input che le aree primarie gli inviano, direttamente all'interno del processo percettivo; si tratta di aree percettive di qualità fenomeniche ed emozionali. Giocano un ruolo fondamentale nella formazione del pensiero emotivo e proposizionale. Comprendono la metà inferiore del lobo temporale per quanto riguarda la memoria a breve termine, l'area prefrontale anteriore e dorso-laterale per la pianificazione cognitiva, comportamentale ed emozionale;
4. *area di Wernicke*: un'area deputata al riconoscimento dei segnali linguistici provenienti dall'area uditiva primaria, è l'area di Wernicke che giudica questi stimoli sonori come facenti parti della categoria "segnali linguistici" oppure della categoria

"rumori non-linguistici". Il suo ruolo è chiaramente fondamentale nella comprensione del linguaggio;

5. *area parieto-temporo-occipitale*: si trova nel punto in cui i tre lobi, dai quali deriva il suo nome, si incontrano; riceve ed elabora i segnali provenienti da tali lobi che ricevono le informazioni sensoriali. In pratica collega le diverse modalità sensoriali in modo da permettere la loro analisi ed ottenere quella che definiamo "percezione".

Un elemento molto importante nel campo dell'anatomia cerebrale è la *cellula piramidale*. Si tratta della cellula nervosa più comune della corteccia cerebrale. La corteccia cerebrale, infatti, comprende dai 10^{10} ai 10^{11} neuroni, l'85% dei quali è rappresentato da cellule piramidali (Braitenberg e Schülz 1998). Come gli altri neuroni anche la cellula piramidale è costituita da alcuni dendriti che si dipartono dalla cellula come tanti rami di un albero, un corpo cellulare e un assone. Ogni cellula piramidale della corteccia umana ha all'incirca 5 × 10.000 sinapsi afferenti e più o meno lo stesso numero di sinapsi efferenti (De Felipe e Farinas 1992). La loro forma tipica (vedi figura 24) è dovuta proprio ai molti rami laterali chiamati anche *dendriti basali* e al *dendrite apicale* che, più lungo di tutti, si staglia dal corpo cellulare in direzione opposta all'assone. Questa tipica conformazione sembra avere un senso funzionale: i neuroni adiacenti entrano in contatto l'uno con l'altro grazie alle sinapsi sui dendriti basali; i dendriti apicali negli strati corticali superiori prendono contatto sinaptico con neuroni molto distanti collocati nelle strutture subcorticali o in altre aree della corteccia (Braitenberg 1978; Braitenberg e Schülz 1998).
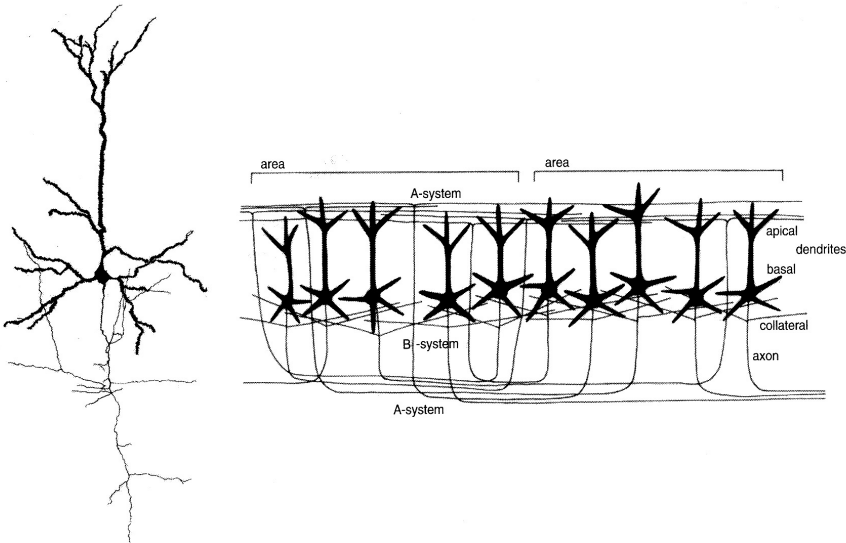
Fig. 24 Cellula piramidale, "sistema A" e "sistema B"

Secondo Pulvermüller (2002) questa microanatomia delle cellule piramidali e dei loro contatti sinaptici sembra suggerire che vi sia, a livello corticale, una divisione
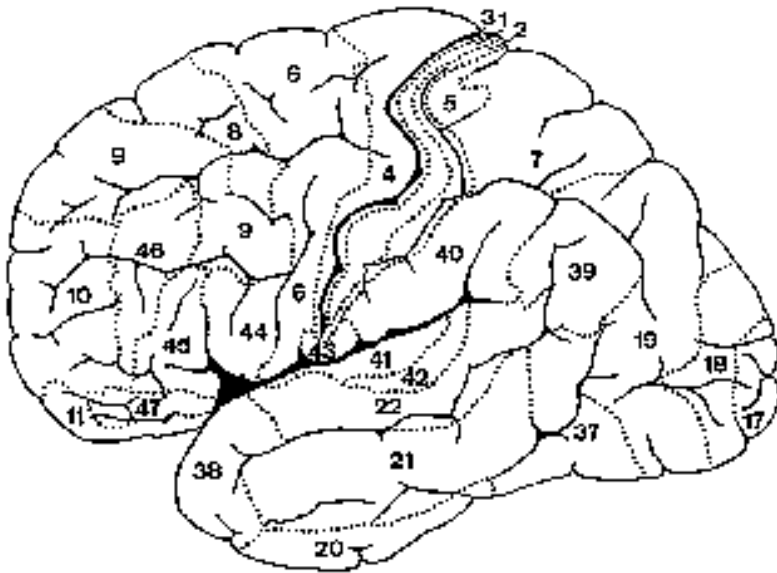
Fig. 25 La suddivisione delle aree cerebrali secondo Brodmann

delle connessioni in due sistemi: uno locale e uno a lunga distanza. I due sistemi si definiscono: “sistema B” (dove B sta per Basale) che rappresenta il sistema locale, ponte di collegamento tra i dendriti basali e gli assoni collaterali locali; “sistema A” (dove A sta per Apicale) che rappresenta il sistema a lunga distanza, ponte di collegamento tra i dendriti apicali ed i lunghi assoni. Braitenberg ipotizza che questi due sistemi abbiamo differenti ruoli funzionali, così come un differente ruolo nei processi cognitivi.

Se vogliamo approfondire la conoscenza della corteccia cerebrale, elemento fondamentale per l’esecuzione di tutte le attività cognitive superiori, possiamo soffermarci su alcune delle sue caratteristiche neuroanatomiche e neurofisiologiche, che comunque potremmo definire universali a livello di struttura cerebrale. Come sostiene Pulvermüller:

- la corteccia è formata da una serie di proiezioni afferenti (che portano dati sensoriali dall’esterno verso l’interno) ed efferenti (che portano le risposte a questi input dall’interno verso l’esterno). Questi fasci di fibre raggiungono le/si dipartono dalle aree primarie. Tra le varie proiezioni, quelle che partono ed arrivano alle aree primarie deputate al linguaggio sono collocate nei lobi occipitali posteriori (area di Brodmann 17: input visivi), lobi temporali superiori (area 41: input acustici), lobi parietali anteriori (aree 1-3: input somatosensoriali) e lobi frontali posteriori (area 4: input motori). Inoltre, per quanto riguarda le proiezioni sensoriali e motorie, sappiamo che queste sono organizzate topograficamente, come possiamo vedere in figura 25:
- le connessioni intracorticali permettono di fondere le informazioni afferenti con quelle efferenti. Sappiamo che ci sono grossi fasci di fibre nel cervello che connet-

tono reciprocamente molte aree corticali e che ogni neurone della corteccia cerebrale può essere legato tramite una serie di sinapsi ad ogni altro neurone corticale: da ciò si suppone che la corteccia abbia proprio il ruolo di meccanismo di integrazione delle varie informazioni. Tutto ciò avviene non per collegamenti diretti, in quanto le aree primarie che abbiamo visto in precedenza non sono collegate in modo diretto ma tramite una serie di passaggi neuronali intermedi o quelle che potremmo definire aree di relay. Come abbiamo visto esistono delle connessioni tra neuroni adiacenti (Sistema-B) che formano dei veri e propri agglomerati locali. Inoltre esistono delle connessioni a lunga distanza (Sistema-A) che collegano aree molto distanti tra loro. Altro dato importante a livello di connessioni sta nel fatto che le aree omotopiche dei due emisferi tendono ad essere connesse e che le connessioni tra aree tendono ad essere reciproche;

- le connessioni sinaptiche tra i neuroni possono essere modificate dalla loro stessa attività. Si tratta di quello che è stato definito «apprendimento correlato». Donald Hebb (1949) postulò che «due cellule o sistemi di cellule che sono attivate ripetutamente nello stesso momento, tenderanno a diventare associate, così che l'attività in una faciliterà l'attività nell'altra». In pratica i neuroni che si attivano insieme rafforzano le loro reciproche connessioni, mentre i neuroni che si attivano indipendentemente l'uno dall'altro indeboliscono le loro connessioni.

Aggiungiamo in fine che studi recenti (Rizzolatti et al. 1998; Fuster et al. 2000; Zhou e Fuster 2000) mostrano l'esistenza di cellule con proprietà di risposte multimodali: un dato che ci sarà utile quando andremo ad analizzare le varie ipotesi neurobiologiche sulla processazione del linguaggio. Possiamo dire che questi dati confermano sia quelle ipotesi[23] che vedono la corteccia come un meccanismo di integrazione, sia quelle che sostengono l'esistenza di reti funzionali distribuite, volte a permettere ai singoli neuroni di rappresentare e processare informazioni integrate dalle varie modalità sensoriali e motorie. Per quanto riguarda il linguaggio possiamo ipotizzare che i neuroni situati nei lobi temporali, se in possesso di queste facoltà multimodali, possono mostrare sia le loro caratteristiche funzionali percettive che, come risultato del loro forte legame con i neuroni del lobo frontale[24], le caratteristiche funzionali di attivazione nel contesto di certe azioni. Lo stesso punto di vista si può applicare ai neuroni del lobo frontale che oltre alle loro proprie caratteristiche funzionali legate al movimento, dato i loro forti legami con i neuroni del lobo temporale, acquisiscono una proprietà multimodale e sviluppano anche la capacità parziale di processare le informazioni sensoriali. Sempre nell'ottica dell'esistenza di reti funzionali più o meno distribuite, un altro dato importante è la scoperta dell'esistenza di neuroni specchio (Rizzolatti et al. 1996; Rizzolati e Arbib 1998) che hanno un ruolo sia nel controllare le azioni che nel rispondere alle percezione dell'esecuzione di queste stesse azioni.

[23] Crf. 10.
[24] Cfr. 9.2.

9.1.1 Tecniche di neuroimaging

Fino ad oltre la metà del secolo scorso le uniche immagini del cervello di cui potevamo disporre erano rappresentate dalla visione di cervelli prelevati in sede di autopsia a cadaveri, oppure durante i vari interventi di neurochirurgia. Ovviamente, gli studi anatomici non possono consentire di localizzare le varie regioni cerebrali su base funzionale, in altre parole, in sede autoptica non possiamo sapere quali regioni cerebrali svolgono determinate funzioni né tanto meno in che tempi o con quali modalità. Queste domande ricevono una risposta solo se utilizziamo delle tecniche piuttosto recenti, che ci consentono di "vedere ed analizzare il cervello mentre sta lavorando": le tecniche di neuroimaging o più precisamente di brain imaging. Queste tecniche hanno due funzioni principali:

1. lo studio dell'anatomia e della struttura del sistema nervoso centrale: TAC, RMN (o MRI);
2. l'indagine del funzionamento del cervello: EEG, fMRI, MEG e PET.

Già dagli anni '70 è stato introdotto l'uso della Tomografia Assiale Computerizzata (TAC) che ci permette di "vedere" una sorta di fotografia del cervello grazie allo sfruttamento dei diversi livelli di assorbimento dei raggi x da parte dei tessuti cerebrali. A partire dagli anni '80, un altro metodo di visualizzazione molto conosciuto ed usato, sia in clinica che in ricerca, è la Risonanza Magnetica Nucleare (RMN). Anche questo tipo di indagine fornisce delle immagini cerebrali ma a differenza della TAC usa dei campi magnetici e delle onde radio. In questo modo le immagini che si ottengono sono molto più precise e dettagliate.

Alla categoria delle immagini funzionali, ovvero che ci mostrano l'attività cerebrale in vivo, appartiene uno dei metodi più vecchi e usati, ovvero l'ElettroEncefaloGramma (EEG). Questo macchinario registra l'attività cerebrale grazie ad una serie di elettrodi posti sullo scalpo che registrano l'andamento delle onde cerebrali, ovvero l'attività elettrica dei neuroni della corteccia cerebrale. Su un principio molto simile si basa la MagnetoEncefaloGrafia (MEG), che a partire dagli anni '80 circa, analizza i campi magnetici prodotti dai neuroni corticali. L'uso di EEG e MEG che analizzano, come abbiamo detto l'attività elettrica in termini di millisecondi, integrato con le immagini fornite dalla RMN ha permesso alla ricerca di individuare le aree della corteccia che generano le variazioni di onde cerebrali, nonché la sequenza temporale della percezione. In altre parole ci ha permesso di individuare dove e con che ritmo viene percepito un suono o una certa immagine. Altre tecniche si basano invece sullo studio dei segnali indiretti dell'attività cerebrale ovvero sull'analisi dei segnali legati al consumo energetico delle cellule cerebrali attive. Sappiamo, infatti, che le cellule cerebrali per svolgere il loro lavoro hanno bisogno di energia che viene loro fornita dall'ossigeno diluito nel sangue. Pertanto quando una zona si attiva per svolgere un determinato compito il suo consumo di sangue aumenta. Queste variazioni di afflusso ematico vengono misurate tramite la Tomografia per Emissione di Positroni (PET) e la Risonanza Magnetica Funzionale (fMRI). Più in particolare, la PET misura le variazioni di flusso sanguineo, mentre la fMRI rileva i cambiamenti della concentrazione dell'ossigeno nel sangue. La PET e in particolare la fMRI riescono ad individua-

re zone cerebrali attive con una precisione dell'ordine del millimetro ma, visto che le variazioni sanguigne sono lente e avvengono con ritardo rispetto all'attività elettrica neuronale, l'accuratezza temporale è nell'ordine dei secondi. Per questo motivo, molti ricercatori integrano l'uso di EEG o MEG con quello di fMRI e PET, in modo da raccogliere dati sia sulle varie aree che si attivano in compiti specifici sia sui loro tempi di attivazione.

9.2. Mente e cervello

Il rapporto tra mente e cervello è sempre stato alla base degli studi di psico- e neuro-linguistica. Negli anni le correnti di studio si sono susseguite proponendo, inizialmente, correlazioni precise tra mente e cervello, tanto da parlare di corrispondenza biunivoca tra funzioni psicologiche e precise aree cerebrali. Nel 1758 uno scienziato viennese Franz Joseph Gall, propose la suddivisione del cervello in rigidi compartimenti, ognuno deputato ad una estrema specifica funzione. Questo approccio prese il nome di frenologia. Secondo Gall ed i frenologi dallo studio del cranio di una persona si poteva identificare le sue caratteristiche intellettive e caratteriali. Per esempio, Gall notò che alcuni dei suoi amici, che riteneva essere molto intelligenti, avevano anche delle fronti molto pronunciate, Gall collegò i due dati e ne dedusse che il motivo di tali sporgenze stava nel fatto che l'area cerebrale che conteneva l'intelligenza era localizzata nel lobo frontale. Così le persone estremamente intelligenti avevano questo "esubero di cervello" nella parte frontale che spingendo sul cranio creava queste fronti. In pratica Gall identificò ben 27 bernoccoli sulla superficie del cranio e li associò ad altrettanti tratti del carattere come: l'istinto della riproduzione, l'amore per la propria discendenza, l'attaccamento e l'amicizia, l'istinto per la crudeltà, l'intelligenza, la vanità, l'inclinazione al furto. Chiaramente, al di là dell'ovvia assurdità dei bernoccoli, la frenologia ha anche il merito di aver introdotto il concetto della localizzazione. Possiamo dire che Gall ebbe due acute intuizioni che rappresentano tuttora le basi della neurobiologia:

- affermò per primo che tutti i processi mentali sono localizzati in differenti aree cerebrali e non casuali, puntualizzando che non esiste un'anima. In pratica fu la prima affermazione materialistica delle funzioni mentali;
- introdusse l'idea della localizzazione delle funzioni.

Sulla scia "localizzazionista" di Gall prese corpo una delle più importanti scoperte nel campo delle neuroscienze: nel 1861 un neurologo francese Paul Broca individuò la localizzazione della funzione espressiva del linguaggio. Broca si trovò ad analizzare un paziente che aveva un particolare deficit linguistico: l'uomo era in grado di capire ma non era in grado di articolare alcuna frase se non la parola "tan", tanto che il caso è passato alla storia come "Tan tan". Il signor "Tan" ha comunque lasciato il segno nella storia, perché appena pochi giorni dopo essere stato esaminato da Broca, morì lasciando così la possibilità al neurologo di sottoporlo ad autopsia e analizzare il suo cervello. All'esame autoptico il paziente mostrava una lesione localizzata nei lobi frontali: risultato che contrastava completamente con l'area che i frenologi indicavano come

deputata al linguaggio (localizzata nella parte bassa dell'incavo dell'occhio sinistro). In seguito, Broca trovò altri 7 pazienti che avevano avuto lo stesso tipo di problema: difficoltà con la produzione del linguaggio a fronte di una comprensione conservata. Al momento della loro morte, Broca eseguì le autopsie e trovò in ognuno di loro lo stesso tipo di lesione. Broca, quindi, sotto il nome di «afemia» individuò quel disturbo che impedisce, a chi ne è colpito, di esprimersi in modo preciso. Inoltre, affermò che noi parliamo grazie all'emisfero cerebrale sinistro e che la capacità di esprimerci in modo preciso è localizzata nell'area che adesso viene chiamata «Area di Broca».

Alcuni anni dopo la scoperta di Broca, un altro neurologo Karl Wernicke fece una seconda scoperta: un suo paziente presentava un problema di linguaggio perfettamente speculare ai pazienti di Broca. Questa persona era in grado fisicamente di articolare la parole ma non riusciva a comprendere quello che gli altri gli dicevano e tutto quello che lui diceva non aveva alcun senso. Al momento dell'autopsia Wernicke individuò la lesione che aveva causato tale deficit, di nuovo nell'emisfero cerebrale sinistro e più in particolare nella prima circonvoluzione temporale, là dove il lobo parietale incontra il lobo temporale, quella che oggi viene definita «area di Wernicke». La ingegnosa intuizione di Wernicke fu però quella di sommare i suoi dati a quelli di Broca e di sviluppare una teoria di collegamento. Secondo Wernicke esisteva un centro per le immagini acustiche delle parole, un centro per le immagini motorie delle parole, ed una via di collegamento tra i due centri. L'area di Wernicke rappresenta il primo centro, l'area di Broca il secondo, e il fascicolo arcuato è la struttura cerebrale che collega questi due punti. Per cui, quando sentiamo parlare qualcuno, l'informazione arriva tramite specifici sistemi sensoriali ed è condotta all'area di Wernicke dove viene trasformata in una sorta di codice per parlare. Questo codice neutro per il linguaggio viene passato all'area di Broca tramite il fascicolo arcuato. In fine nell'area di Broca viene trasformato in linguaggio vero e proprio che può essere articolato e parlato. Wernicke usò l'idea della localizzazione delle funzioni ma la elaborò in modo che una funzione complessa come il linguaggio non sia mediata da una singola area ma da una combinazione di aree: per la prima volta vediamo lo sviluppo dell'idea di un processing distribuito e parallelo.

Facendo un parallelo tra Intelligenza Artificiale e cervello umano alcuni studiosi sostengono che «a livello "macroscopico", i nostri pensieri seguono effettivamente una logica consequenziale: il pensiero procede analizzando i dati, confrontandoli, compiendo delle scelte e alla fine deducendo una risposta logica. Ma ci sono processi cerebrali a livello "microscopico" che non è possibile confinare in un programma seriale. È il caso delle associazioni mentali, delle memorizzazioni e del riconoscimento di immagini e di suoni. Per questo motivo alcuni ricercatori hanno cercato di scoprire la natura fisiologica di tali processi mentali per poterla riprodurre artificialmente. Nascono così i modelli PDP (*Parallel Distributed Processing*) che rappresentano il tentativo di modellare le microstrutture cognitive con processi paralleli altamente distribuiti. Questi modelli, chiamati anche *Sistemi Connessionisti* o *Reti Neurali Artificiali*, si ispirano alla struttura cerebrale umana» (Brunetti 1996). Il modello PDP è stato elaborato da Rumelhart e McClelland nel 1986 rifacendosi alle teorie di Vygotskij e Lurija che vedono le funzioni psichiche come sistemi funzionali complessi. Partendo dal fatto che funzioni come il linguaggio, la percezione, la memoria, ecc., costituisco-

no dei sistemi estremamente complessi, ma che funzionano velocemente nell'ordine di poche centinaia di millisecondi, Rumelhart e McClelland sostengono che tali processi sono portati avanti da tante piccole unità, relativamente semplici, che però operano in parallelo. Altrimenti non si spiegherebbe la velocità delle elaborazioni, dato che, confrontando la velocità di elaborazione dei neuroni e quella di un calcolatore seriale, ne risulta che le nostre cellule nervose sono di gran lunga più lente della macchina. Pertanto ogni neurone rappresenterebbe un'unità di processazione dell'input collegata ad altri neuroni tramite una fittissima rete di connessioni, in grado di comunicare con le altre unità tramite processi eccitatori ed inibitori che avvengono nelle sinapsi. L'attività di ciascun neurone dipende delle intensità dei segnali che arrivano da ciascuna sinapsi. Queste possono rafforzarsi o indebolirsi a seconda che contribuiscano o meno ad attivare il neurone e «pesano» quindi i segnali in arrivo, suddividendosi in sinapsi eccitanti e inibenti. Come si vede l'attività del neurone si limita ad un semplice impulso ma il numero elevatissimo di questi semplici operatori e la loro grande interconnessione conferisce al cervello le sue capacità cognitive. Su questo principio si basano i modelli PDP. Per essere più chiari, analizziamo brevemente la struttura generica di un modello PDP o rete neurale. Rumelhart propose i seguenti aspetti caratteristici di un modello di elaborazione parallela e distribuita:

1. Un insieme di *unità di elaborazione*.
2. Uno *stato di attivazione*.
3. Una *funzione di uscita* per ogni unità.
4. Una *struttura delle connessioni* tra le unità.
5. Una *regola di propagazione* per le configurazioni delle attività della rete.
6. Una *regola di attivazione* che combini insieme i segnali in ingresso a ogni unità per produrre un nuovo valore di attivazione.
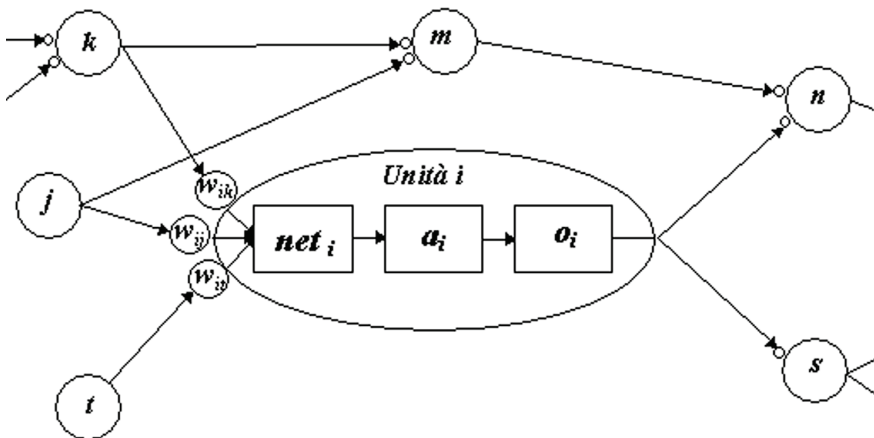
Fig. 26 Il modello connessionista

7. Una *regola di apprendimento* tramite la quale la struttura delle connessioni della rete possa essere modificata in base all'esperienza.
8. Un *ambiente* nel quale il sistema deve operare.

La fig. 26 mostra gli aspetti basilari del sistema. Abbiamo un insieme di unità di elaborazione i, j, k, t, etc. rappresentate con dei cerchi. Queste sono collegate tramite connessioni sinaptiche a cui è associato un numero reale w che rappresenta la forza o peso della connessione dell'unità presinaptica con quella postsinaptica. L'unità i è rappresentata ingrandita per mostrare la sua struttura interna. Qui troviamo la regola di propagazione (net_i), una funzione di attivazione (a_i) una funzione di uscita (o_i).

9.3. Plasticità cerebrale

Sappiamo da vari studi che la mielinizzazione, la densità sinaptica, lo sviluppo dendritico, la massa cerebrale, la riorganizzazione di neuroni e sinapsi e l'attività elettrica cerebrale cambiano sistematicamente con l'età durante l'infanzia (Conel 1939-1963; Holland et al. 1986; Huttenlocher 1994; Thatcher 1994). Questi dati evidenziano la forte plasticità del sistema nervoso durante il periodo evolutivo, sottoponendo, quindi, a revisione la visione classica delle cellule nervose che attribuisce allo sviluppo nervoso embrionale ed infantile un comportamento e una posizione rigidamente determinati dai fattori genetici. Queste variazioni anatomiche avvengono nel momento in cui il bambino sta attraversando un periodo di grandi cambiamenti che riguardano le sue azioni, il linguaggio, la formazione di concetti, le interazioni sociali, le emozioni. Cosa avviene specificamente alle connessioni neurali cerebrali del bambino?

All'interno del cervello del bambino si assiste, sia a livello di neuroni sia di rete, ad una sorta di competizione per la sopravvivenza e la crescita: i neuroni che ricevono deboli impulsi e quindi sono meno attivati subiscono una sorta di potatura, quelli che invece risultano essere attivi vengono mantenuti; allo stesso modo le sinapsi (che formano la rete neurale) competono le une con le altre e subiscono lo stesso trattamento (Changeux e Danchin 1976; Huttenlocher 1994). Fischer e Rose (1994) sulla base di questi e di altri dati, concernenti rilevazioni di picchi di attività cerebrale registrabili con l'EEG, l'andamento del metabolismo del glucosio e gli aumenti della circonferenza della testa, propongono una complessa coordinazione tra l'evoluzione dei vari stadi cognitivi e la presenza di cicli di crescita cerebrale. In pratica, ciclicamente, possiamo notare cambiamenti a livello di struttura cerebrale, ogni volta che il bambino sta attraversando una fase di sviluppo cognitivo. Ad ogni livello di questo sviluppo, gli autori fanno un parallelo con la crescita di un nuovo tipo di rete neurale che facilita la costruzione di un sistema di controllo a quel determinato livello. La crescita della rete si evidenzia con discontinuità sia nella crescita cerebrale che nello sviluppo cognitivo. Questo ciclo di discontinuità consiste in una graduale riduzione delle nuove reti (si assiste ad una vera e propria potatura di neuroni) per la formazione di sistemi neurali efficienti, e nello stesso tempo, gli indici di crescita cerebrale diminuiscono lentamente mentre quelli di crescita cognitiva aumentano gradatamente.

Quando le nuove reti si sono consolidate un altro tipo di rete, legata al successivo livello di sviluppo, comincia a crescere e ha inizio un altro ciclo di discontinuità. La parola cicli di discontinuità non deve però evocare l'immagine di uno sviluppo che avviene per balzi: si tratta di uno sviluppo sincronico, tra una rete che viene potata ed una più efficiente che si crea. La discontinuità che riflette nuovi livelli di organizzazione avviene solo per alcune reti, così come, lo sviluppo cognitivo discontinuo avviene solo per alcune attività e non in tutto il comportamento[25]. In questo caso l'accezione del termine discontinuità è quella di estemporaneo cambiamento, il che non implica necessariamente instabilità. Fischer e Rose hanno trovato le prove di ben 12 cicli di crescita che vanno dalla nascita ai 21 anni di età circa. Durante la prima infanzia la crescita cerebrale va incontro a 4 cicli: approssimativamente tra le 3-4, le 7-8, le 10-11 e le 15-18 settimane. Dopo un certo intervallo di tempo i cicli di crescita si ripresentano a 8, 12 e 20 mesi ed infine a 4, 7, 11, 15 e 20 anni. A questi precisi momenti gli autori fanno corrispondere la nascita di precise abilità, come i riflessi, la lallazione, le prime parole, il primo livello di rappresentazione, ecc. Il punto da evidenziare è che per ognuna di queste discontinuità nello sviluppo cerebrale sembrano corrispondere tappe di sviluppo cognitivo ed emozionale. Analizzando più dettagliatamente questi cicli vediamo che i mutamenti che avvengono seguono una precisa sequenza:

1. antero-posteriore;
2. latero-mediale;
3. emisfero sinistro-emisfero destro.

Questa sequenza di allungamento antero-posteriore e di rotazione latero-mediale avviene prima tra 1,5 e 5 anni, poi si ripete tra 5,5 e 6,5 anni ed infine tra 14,5 e 15,5 anni. Quest'ultime variazioni si definiscono micro-cicli per sottolineare la presenza di uno schema di ciclicità. Thatcher (1994) scinde questi cicli in due sistemi: il primo, coinvolge i dendriti basali, che ricevono input massimamente dagli assoni collaterali delle cellule piramidali vicine, in pratica quelle a breve-distanza; il secondo è formato dai dendriti apicali delle cellule cortico-piramidali che, tramite connessioni intracorticali, ricevono input principalmente dalla lunga-distanza[26]. Il sistema a breve-distanza implica interazioni locali con distanze dell'ordine di millimetri o al massimo pochi centimetri, mentre, il sistema a lunga-distanza coinvolge interazioni a lungo raggio dell'ordine di numerosi centimetri e rappresenta la maggioranza della materia bianca. Questi due sistemi hanno differenti proprietà: il primo, a causa della profondità variabile dei dendriti basali, è coinvolto in un processo di trasmissione diffusa; il secondo, invece, a causa delle connessioni reciproche e delle terminazioni dendritiche invariate è coinvolto in feedback a lunga distanza o in quelli che si definiscono sistemi di loop (Thatcher et al. 1986; Pascual-Marqui et al. 1988). I cicli di riassetto post-natale procedono dall'emisfero sinistro a quello destro con un aumento delle connessioni cortico-corticali nel sinistro, seguito da un opposta sequenza di contrazione nelle connessioni cortico-corticali del destro. Si assiste, quindi, ad una tendenza verso il rinforzo, tramite la sostituzione di brevi connessioni con connessioni lunghe nell'emisfero

[25] Si veda ad esempio la teoria di Karmiloff-Smith in 1.4.
[26] Cfr. in particolare la distinzione tra sistema-A e sistema-B in 9.1.

cerebrale sinistro, mentre nel destro si attua la strategia opposta: una differenziazione dalle connessioni a lunga distanza in più corte connessioni a brevi distanza. È importante notare che i cicli di riorganizzazione del cervello del bambino sono una sorta di precursori di quella che sarà la differenziazione funzionale dei due emisferi cerebrali nell'adulto. Nell'adulto l'emisfero cerebrale sinistro è specializzato nella processazione analitica e sequenziale che coinvolge un altro grado di differenziazione locale; l'emisfero cerebrale destro è coinvolto, invece, in processazioni di stimoli spaziali, olistici ed integrativi (Kinsbourne 1974). Ma andiamo a chiarire questi concetti con l'analisi della dominanza emisferica.

9.4. Dominanza emisferica

Sappiamo che nei destrimani il linguaggio è controllato dall'emisfero cerebrale sinistro, così come per il 70% dei mancini. Per il restante 30% dei mancini il linguaggio è controllato dall'emisfero cerebrale destro nel 15% dei casi e nel restante 15% è controllato da entrambi gli emisferi. Questo non significa che il linguaggio sia completamente gestito dall'emisfero dominante. In altre parole, dagli anni '50 in poi, ha preso sempre più campo la visione di un linguaggio *non* totalmente a carico di un singolo emisfero, ma determinato dall'interazione dei due emisferi cerebrali. Proseguendo quello che abbiamo accennato nel paragrafo precedente, vediamo che molte ricerche hanno confermato la specializzazione dell'emisfero sinistro nella processazione del linguaggio ma hanno anche sottolineato che l'emisfero destro analizza il segnale linguistico. La differenza si colloca nel tipo di processazione: analitica per il sinistro, olistica per il destro (Levy et al. 1972). In molti studi sul linguaggio (Pulvermüller 1999) in cui si sono utilizzate tecniche di neuroimaging come la MEG, l'EEG, o la fMRI si è notato una lateralizzazione graduale; nel senso che, si registrano segnali di attività in entrambi gli emisferi, ma i segnali maggiori provengono dall'emisfero cerebrale dominante ovvero dal sinistro. Sappiamo che lo sviluppo della corteccia cerebrale è dovuto alla specializzazione di gruppi neuronali che sono in grado di interagire con l'ambiente esterno tramite la percezione degli input esterni ed interni e la loro elaborazione attraverso le aree associative. Quindi, se una funzione è localizzata all'interno di un singolo emisfero, il numero di connessioni sinaptiche e la loro distanza le une dalle altre si riduce, permettendo una processazione più veloce ed efficiente. Se ne può dedurre che per tale ragione la lateralizzazione del linguaggio sia determinata da questa necessità di efficienza di processazione delle operazioni di base. Semmes (1978) sostiene che l'emisfero cerebrale sinistro sia organizzato sulla base di gruppi neuronali specifici e circoscritti, mentre il destro si basa su reti più diffuse lungo la corteccia. Questa organizzazione sarebbe alla base della processazione del linguaggio, con l'emisfero sinistro specializzato nella processazione di funzioni sensoriali e motorie di tipo focale necessarie all'articolazione e comprensione delle singole unità linguistiche, mentre il destro sarebbe specializzato nelle rappresentazioni di tipo diffuso che si occupano delle informazioni provenienti dalle varie modalità sensoriali. Sulla base di quanto visto precedentemente negli studi di Tatcher, Fisher e Rose, l'emisfero destro ha una struttura maggiore di connessioni inter-areali che gli
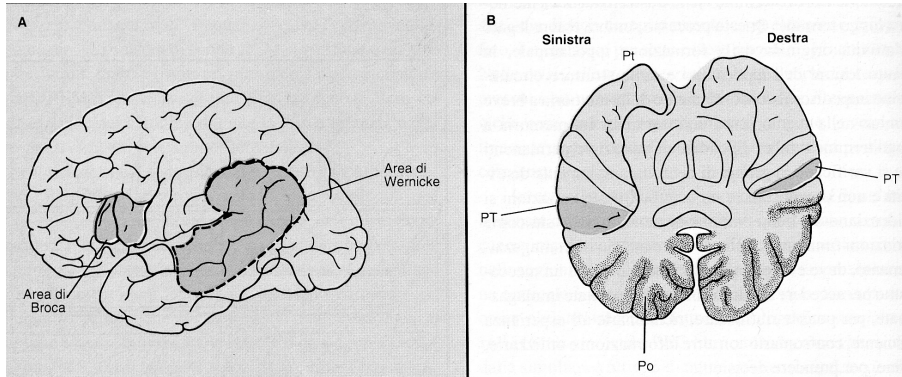
Fig. 27 Il Planum temporale

permetterebbe di analizzare stimoli nuovi in modo più efficiente, mentre il sinistro con connessioni più brevi e sequenziali sarebbe più in difficoltà nell'analisi di uno stimolo nuovo per il quale non disponiamo di codici o programmi già esistenti. L'emisfero sinistro pertanto attuerebbe una processazione seriale estraendo in serie le singolo informazioni componenti lo stimolo, mentre il destro le analizzerebbe in parallelo ovvero simultaneamente. Geschwind e Galaburda (1985) sostengono che è l'emisfero destro a svilupparsi per primo nel bambino e più velocemente del sinistro ed è proprio questo che determina la lateralizzazione del linguaggio a sinistra. Grazie all'ormone maschile testosterone l'emisfero destro si svilupperebbe per primo e in particolar modo sarebbero le circonvoluzioni delle regioni perisilviane a svilupparsi per prime. Poi interviene la potatura che, come abbiamo visto, procede con un aumento delle connessioni cortico-corticali nel sinistro, seguito da un opposta sequenza di contrazione nelle connessioni del destro, tale da causare un aumento del planum temporale sinistro o comunque una riduzione del destro.

Gli stessi autori sostengono che l'emisfero destro si sviluppi per primo in quanto specializzato per le funzioni vitali per la sopravvivenza del neonato: l'analisi dello spazio circostante, l'orientamento nello spazio, il riconoscimento delle cose, la manifestazione di emozioni ed i meccanismi dell'attenzione. Miller (1996) sostiene, invece, che sia una sostanziale differenza neuroanatomica tra gli emisferi a causare la lateralizzazione dei processi neurofisiologici necessari alla distinzione dei suoni del linguaggio. In altre parole, secondo questa visione, la lateralizzazione del linguaggio è collegata alla fonologia ed è una diretta conseguenza di proprietà anatomiche del prosencefalo. Con una revisione della letteratura neuroanatomica sulla lateralizzazione, Miller ha notato che il rapporto tra il volume della materia bianca e della materia grigia è minore nell'emisfero sinistro rispetto al destro. Soprattutto a livello di lobi frontali e temporali, nell'emisfero sinistro il volume della materia bianca è più basso. Come abbiamo visto, la materia bianca è costituita da assoni e dai loro fogli gliali, in altre parole la materia bianca costituisce i cavi a lunga distanza che collegano i neuroni corticali. Secondo Lee et al. (1986) un minor volume della sostanza bianca può indicare che in media le connessioni corticali siano più sottili e quindi, allo stesso tempo, indicare che que-

ste connessioni conducono i potenziali d'azione più lentamente. Miller sostiene che l'emisfero cerebrale sinistro, nelle aree cruciali, ha delle connessioni che conducono il segnale nervoso più lentamente, proprietà che permette di misurare in modo esatto i ritardi temporali, nell'ordine di poche decine di millisecondi. Questa caratteristica si rivela necessaria per essere in grado di effettuare delle distinzioni fonetiche di VOT. In altre parole, come sappiamo, la distinzione tra fonemi sordi e sonori, per esempio per una [p] da una [b], è possibile grazie alla misurazione esatta del tempo di attacco della sonorità, che viaggiando a livello di poche decine di millisecondi, sarebbe perfettamente registrato da queste fibre. A questo punto, ci possiamo, domandare cosa faccia l'emisfero cerebrale destro nell'elaborazione del linguaggio.

Anni di ricerche e studi mostrano due dati interessanti:

1. nell'emisfero cerebrale destro troviamo le stesse aree che troviamo nell'emisfero sinistro: la zona corrispondente all'area di Broca nell'emisfero destro è deputata al controllo motorio della prosodia e della comunicazione affettiva in generale, mentre la corrispondente area di Wernicke è deputata alla comprensione di tali caratteristiche;
2. queste aree hanno sono deputate a quegli aspetti del linguaggio che hanno a che fare con le emozioni.

Pertanto l'emisfero destro è specializzato nella comprensione dei tratti prosodici, dell'intonazione, delle metafore e probabilmente si occupa anche della comprensione delle relazioni sintattiche, dei ruoli tematici e delle illocuzioni. Pazienti con lesioni a carico dell'emisfero cerebrale destro presentano alcune caratteristiche piuttosto peculiari: prosodia ed espressioni facciali trasmettono un forte senso di piattezza come se non fossero assolutamente coinvolti nella conversazione; possono presentare un comportamento bizzarro, nel senso che possono scherzare in maniera inopportuna su argomenti che di solito non discutiamo in pubblico o con commenti fuori luogo rispetto al contesto, in quanto magari distratti da cose assolutamente non rilevanti in quella determinata circostanza; mentre parlano possono perdersi in divagazioni del tutto irrilevanti e abbandonare l'argomento principale. Oltre a queste caratteristiche di ordine pragmatico, questi pazienti presentano alcune caratteristiche specifiche anche negli altri aspetti del linguaggio e della comunicazione:

fonologia: considerando come gli emisferi cerebrali operino in parallelo durante i compiti linguistici e tenendo parimenti presente la lateralizzazione a destra della prosodia affettiva, si può pensare che quando un parlante dà una certa connotazione affettiva al proprio discorso, allora l'emisfero destro informi il sinistro di come dovranno esser articolate le parole e del loro grado di articolazione, così che all'intonazione affettivo-prosodica prescelta si colleghi un'appropriata linea articolatoria (Ross et al. 1997); da ciò possiamo concludere che la richiesta affettiva/prosodica alteri sicuramente la scansione articolatoria neutra dall'emisfero sinistro;

lessico: generalmente si ritiene che le parole del nostro lessico interno siano rappresentate principalmente nell'emisfero sinistro. Tuttavia dall'esame di pazienti con split-brain o cervello diviso emerge una certa conoscenza lessicale anche da parte dell'emisfero cerebrale destro (per una rassegna completa di questi studi vedi Gazzaniga 1983). Un paziente con split-brain obbligato a leggere una parola presentata nel suo

campo visivo sinistro (e quindi processata dall'emisfero destro) non è in grado di pronunciarla ad alta voce, ma è in grado di avere un'immagine che raffiguri ciò che la parola rappresenta, soprattutto se si tratta di concetti concreti o comunque raffigurabili, anche se, contemporaneamente il paziente può affermare di non averne alcuna idea. Bloom, collegando di nuovo la processazione del linguaggio e la componente affettiva, in uno studio del 1990 ha dimostrato che i pazienti con lesioni alla parte destra del cervello hanno difficoltà nella selezione lessicale quando devono raccontare una storia: il problema si configura con la scelta di parole con un'intensità emotiva minore rispetto alle loro controparti con danni alla parte sinistra o normali. Più in generale questi pazienti sono meno efficaci nel trasmettere emozioni verbalmente;

pragmatica: in generale a livello pragmatico i pazienti destrolesi hanno difficoltà con la conversazione e talvolta con il discorso descrittivo ma anche con il linguaggio non letterale. Brownell e Garder hanno effettuato con altri ricercatori tutta una seria di esperimenti sui pazienti con deficit all'emisfero destro rivolti alla loro comprensione di: sarcasmo, umorismo e significati metaforici delle parole (per una rassegna vedi Brownell et al. 1994). Da questi studi emerge un comportamento tipico nei pazienti che consiste nell'interpretazione in maniera del tutto letterale delle espressioni con un significato non letterale; al contrario i pazienti sinistrolesi, anche se non riescono a comprendere tutte le parole dell'enunciato, possono distinguere i due casi, a patto che per l'interpretazione sia data una situazione contestuale appropriata;

sintassi: si pensa che l'emisfero destro oltre a intervenire nell'accesso lessicale e nella rappresentazione degli atteggiamenti comunicativi non verbali e delle espressioni verbali di emozioni abbia un ruolo nell'organizzazione del discorso. Schneidermann e Saddy (1988) in uno studio su pazienti destro-lesi rilevano che questi soggetti sembrano avere minore flessibilità nell'attribuzione di proprietà strutturali agli enunciati. Il test prevedeva l'interpretazione dell'enunciato "the boy hit the man with the cane" in questo caso "con la canna" può essere un'espressione qualificativa che descrive l'uomo colpito o un'espressione strumentale che precisa il modo in cui il ragazzo ha colpito l'uomo: i pazienti esaminati da Schneidermann e Saddy non riescono a vedere queste due possibilità interpretative.

Possiamo riassumere così le caratteristiche che emergono dall'analisi delle competenze linguistiche dell'emisfero cerebrale destro: «benché l'emisfero destro non sembri avere nei soggetti normali molta responsabilità nei processi linguistici fondamentali come la fonologia, la morfologia e la sintassi il suo ruolo nei fenomeni paralinguistici è importante. Per esempio, pare che l'intonazione sia trattata dall'emisfero destro, tanto quando esprime una struttura sintattica o un elemento emotivo. Alcuni aspetti della selezione lessicale sembrano ugualmente da attribuire all'emisfero destro, come la capacità di riconoscere le parole significati multipli, specialmente non letterali. Inoltre un danno all'emisfero destro ma non a quello sinistro sembra menomare buona parte delle capacità pragmatiche. Tra queste la capacità di riconoscere i tratti umoristici, il sarcasmo, le implicazioni conversazionali, l'appropriatezza del discorso, le conoscenze dell'interlocutore e simili» Obler e Gjerlow (2001: 77).

10. Le parole nella testa!

Collegare il linguaggio alla mente ha significato per circa un secolo (da Broca agli anni ’70) occuparsi di afasie nel tentativo di spiegare i meccanismi cerebrali della parola, con il metodo della correlazione anatomica. Da quando, a partire dalla metà degli anni ’70, si è cominciato ad usare le tecniche di neuroimaging, gli studi sui meccanismi e le aree cerebrali deputati al linguaggio hanno subito un notevole incremento di dati e teorie. Oggi, grazie a questi studi, le funzioni linguistiche non vengono più considerate di competenza di poche aree ben definite, piuttosto, sono considerate a carico di gran parte della neocorteccia e di alcune strutture sottocorticali. Le attuali tendenze della ricerca attribuiscono il processing linguistico a reti neuronali distribuite in aree diverse del cervello e, ad alcuni moduli, costituiti da neuroni specializzati, la realizzazione di funzioni particolari come la coniugazione dei verbi o la lettura. Il problema che, sembra emergere dai molteplici studi di neuroimaging è che sembra sono stati rilevati a livello corticale, numerosissimi siti diversi, all’interno dei quali si collocherebbero i significati delle parole. Pulvermüller (2002) riporta una discussione su «Behavioral and Brain Science» nella quale vari ricercatori nel campo della ricerca neurofisiologica e neuroimaging hanno riassunto le loro opinioni sulla localizzazione corticale dei processi semantici. Il risultato emerge dalla curiosa figura 28 che riportiamo qui sotto.

Posner e Di Girolamo (1999), tramite rilevazioni PET ed EEG, indicano la sede dei concetti nell’area sinistra frontale inferiore; Salmelin et al. (1999) con l’uso della MEG indicano l’area superiore sinistra del lobo temporale; Tranel e Damasio (1999) grazie a rilevazioni con la PET, indicano la parte inferiore e mediana sinistra del giro temporale; Skrandies (1999) con studi di EEG indica i lobi occipitali; Epstein (1999) riferendosi al modello neuropsicologico di Geschwind indica il giro angolare al con-
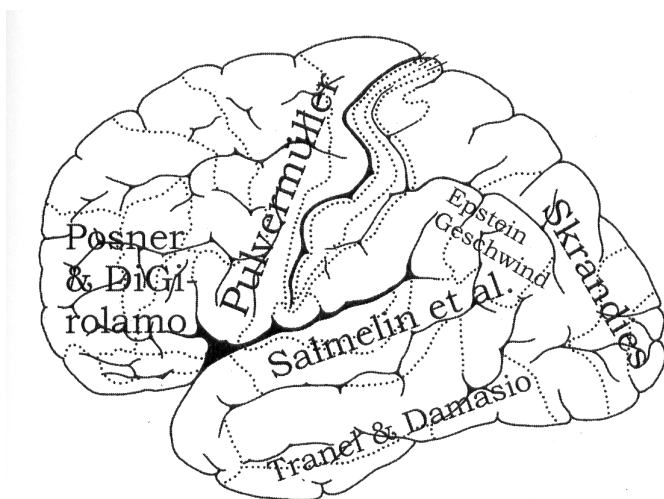
Fig. 28 Localizzazione dei processi semantici

fine tra i lobi parietale, temporale, e occipitale. Infine, Pulvermüller (1999a) indica le aree perisilviane (motoria primaria, premotoria e prefrontale).

Non possiamo che essere d'accordo con Posner e Di Girolamo nella loro affermazione «there is some dispute about the exact areas involved». Ma vediamo alcune delle soluzioni che a nostro parere sono tra le più convincenti.

10.1. L'ipotesi dei ricercatori del Max-Planck-Institut

In campo neurolinguistico, il gruppo di ricerca del Max-Planck-Institut di Lipsia (Friederici 2003), recentemente ha condotto una serie di esperimenti volti all'individuazione delle aree corticali responsabili dell'elaborazione sintattica, semantica e prosodica e dei loro tempi di interazione. Questa ricerca è stata condotta con l'uso della fMRI e degli ERP (potenziali evento-correlati). In questo modo gli studiosi hanno cercato di individuare sia le aree coinvolte nella processazione in entrata degli aspetti prosodici, semantici e sintattici del linguaggio (fMRI), che la sequenza temporale con la quale queste aree processano le informazioni (ERP). Nel loro esperimento hanno sottoposto una serie di soggetti all'ascolto di:

- enunciati corretti sintatticamente e semanticamente: *Piero ha assaggiato la torta*;
- enunciati corretti sintatticamente ma errati semanticamente: *Piero ha assaggiato l'articolo determinativo*;
- enunciati errati sintatticamente: *La, Piero, torta ha mangiato?*;
- ed infine, per individuare le aree coinvolte nell'analisi semantica, enunciati nei quali prosodia e sintassi rimangono invariati mentre la semantica varia per cui *torta* viene sostituita da *articolo determinativo*.

I risultati mostrano che l'ascolto dei vari enunciati attiva in tutti i casi l'area di Wernicke, ma in modi diversi nell'area anteriore, mediana e posteriore. Questo primo dato, conferma, come già individuato da tempo, che la comprensione del messaggio avviene nel lobo temporale sinistro, dove si colloca l'area di Wernicke. Con questa ulteriore precisazione:

- nella parte anteriore dell'area vengono mappati gli aspetti sintattico grammaticali;
- nella parte nella mediana i significati;
- l'area posteriore sembra essere coinvolta in entrambi i compiti.

A queste conoscenze, dobbiamo aggiungere il dato ormai certo che non solo il lobo temporale ma anche quello frontale è implicato nell'elaborazione linguistica. Grazie all'uso di tecniche di neuroimaging, oggi sappiamo che i ruoli che nei primi studi afasiologici[27] erano stati attribuiti alle aree di Wernicke e Broca non sono poi così rigidi. Sappiamo (Zatorre et al. 1992, Fiez e Petersen 1998), infatti, che in compiti di giudizio fonetico o di lettura silenziosa, quindi in prove normalmente attribuite all'area di Wernicke, si attiva anche l'area di Broca. Allo stesso modo, l'area di Wernicke si attiva anche durante compiti di pura produzione, anche quando l'auto-percezione del

[27] Cfr. al riguardo 12.5.

segnale linguistico è mascherata da rumore. In altre parole, le aree principali del linguaggio sembrano essere entrambe attive sia in compiti di produzione che in compiti di comprensione, pertanto si può supporre che entrambe le aree siano necessarie per la processazione del linguaggio ma che nessuna di esse sia da sola sufficiente né per la comprensione né per la produzione, come vedremo in 12.5.

Studi di neuroimaging mostrano l'esistenza, nel lobo cerebrale sinistro, di una rete fronto-temporale che sembra attivarsi durante la processazione fonologica, in compiti di comprensione del linguaggio. Questa rete risulta essere formata dalla porzione superiore dell'area BA 44 (area di Broca) e dalla pozione posteriore del giro superiore temporale (area di Wernicke). In compiti di comprensione i livelli di ossigenazione del sangue rilevati in tale rete, mostrano che l'area di Wernicke si attiva approssimativamente 3 secondi prima dell'area di Broca. Recentemente i ricercatori del Max-Planck-Institut hanno dimostrato che nella produzione del linguaggio si attiva lo stesso tipo di rete ma con una temporizzazione inversa. In compiti di produzione si ha, quindi, un'attivazione dell'area di Broca e conseguentemente quella di Wernicke, con la stessa successione in termini di tempo (ovvero circa 3 secondi). Gli stessi ricercatori interpretano questi dati indicando che, all'interno di questa rete, l'area di Wernicke si comporta come il magazzino per le forme sonore delle parole, mentre l'area di Broca è il processore in grado di estrarre da questo magazzino le informazioni fonologiche rilevanti. Per quanto riguarda i meccanismi della prosodia, Friederici e colleghi hanno isolato, in un messaggio pronunciato senza particolari inflessioni affettive, l'andamento prosodico della frase esponendo poi i soggetti dello studio a quella sequenza di toni misurandone l'attività cerebrale con la fMRI. In altre parole i soggetti ascoltavano enunciati linguistici sintatticamente completi ma privi di contenuto, perché realizzati usando le cosiddette pseudoparole (sequenze fonematiche prive di contenuto nella lingua in questione). I risultati mostrano che, a differenza di sintassi e semantica, il complesso dei fenomeni prosodici viene registrato e decodificato nell'emisfero cerebrale destro, deputato anche alla processazione delle emozioni. Pertanto il percorso dell'enunciato in entrata sembra procedere secondo questa sequenza cerebrale: viene decifrata l'onda sonora in termini di unità fonetiche, in un secondo momento l'informazione viene elaborata tramite due sistemi; nell'emisfero cerebrale destro vengono processati gli aspetti prosodici come il tono, la durata, l'intensità e le inflessioni affettive; nell'emisfero cerebrale sinistro si attiva una mini-rete composta da aree corticali del lobo temporale (anteriore e posteriore) e sistemi di neuroni situati in parti dell'opercolo frontale (un'area di corteccia granulare posta sulla convessità laterale che combacia superficialmente con la periferia dell'area di Broca ma si trova più in profondità, a circa due centimetri) che si occupa dell'analisi grammaticale. In seguito si attiva la porzione mediana dell'area di Wernicke, così come quella posteriore (che ricordiamo sembra essere coinvolta sia nei compiti di comprensione sintattica che semantica, con l'ipotizzata funzione di catalizzatore per agevolare la fusione di significato e grammatica) per l'analisi semantica. In questo modo si stabilisce una struttura sintattica di quando udito, in seguito vengono richiamati i contenuti semantici delle parole che vengono integrati secondo l'elaborazione sintattica.

Questo modello mostra come il cervello elabori i singoli aspetti dell'articolazione linguistica, in parte con una modalità sequenziale, in parte integrandoli in parallelo.

Se, per esempio, l'intonazione della frase stona con il significato o con la struttura grammaticale, si rileva un problema di interpretazione e le varie operazioni si ripetono, quindi dall'elaborazione elementare si passa all'interpretazione globale dell'enunciato e questa operazione viene ripetuta più volte in assenza di un risultato coerente. Per quanto riguarda la sequenza con la quale queste processazioni avvengono, i ricercatori si sono avvalsi dell'uso degli ERP, che consentono di avere dati temporali sulle variazioni dell'attività cerebrale al verificarsi di eventi specifici, tramite l'apposizione di elettrodi collocati sullo scalpo del paziente. La risoluzione temporale degli ERP si inquadra nell'ordine dei millisecondi. Rispetto agli esperimenti con ERP in campo linguistico sappiamo che il cervello, di fronte a errori di tipo sintattico grammaticale, ha un certo tipo di reazione quantificabile con quella che si definisce una ELAN (Early Left Anterior Negativity); ovvero nel tracciato ERP si rilevano delle componenti negative che si collocano a 160 millisecondi dallo stimolo a livello di aree anteriori dell'emisfero sinistro; di fronte a errori di tipo semantico (incongruenza di un parola rispetto al resto della frase) si rileva quello che viene definito effetto N400, ovvero l'aumento di una componente negativa tra i 300 e i 500 msec dallo stimolo. In modo estremamente semplificato possiamo dire che questi picchi di componenti negative (stiamo parlando di registrazioni elettro-fisiologiche delle onde cerebrali) stanno ad indicare che il nostro cervello trova qualcosa "che non va" sia a livello sintattico con l'ELAN a 160 millisecondi dallo stimolo, che con la N400 a livello semantico circa 300/500 msec dallo stimolo. De Vincenzi e Di Matteo (2004) da un punto di vista più strettamente linguistico/modulare, adottano l'ipotesi di Friederici che, basandosi sui dati appena esposti e sul modello proposto da Frazier (1978, 1987) sostiene la processazione del linguaggio in entrata in tre fasi:

1. *primo stadio*: il linguaggio viene analizzato sulla base della struttura sintattica, usando solo le informazioni di tipo categoriale, ovvero se si tratta di nomi, aggettivi, verbi, e quelle di riscrittura frasale della lingua in questione. Secondo questa ipotesi il primo stadio dovrebbe essere riflesso in ERP che si manifestano in un arco temporale molto precoce e, data la lateralizzazione cerebrale, lateralizzati a sinistra. I dati ELAN, precedentemente analizzati, si rilevano, in effetti, a 160 msec dallo stimolo e solo di fronte a strutture grammaticalmente scorrette, non di fronte a strutture infrequenti o non preferite. Pertanto Friederici sostiene che durante questa prima fase uno specifico analizzatore linguistico sia guidato esclusivamente da regole di riscrittura frasale e non da informazioni semantiche né da informazioni che riguardano la frequenza di occorrenza di una struttura;
2. *secondo stadio:* a questo punto l'informazione lessicale categoriale è già disponibile; siamo nella finestra temporale che va dai 300 ai 500 msec A questo punto viene recuperata l'informazione sintattica del tipo genere e numero per determinare le relazioni tra i diversi costituenti (individuati nel primo stadio), così come la sottocategorizzazione verbale e il significato. Elaborazione sintattica e semantica viaggiano in parallelo. Quindi, da un punto di vista elettrofisiologico, i processi morfo-sintattici e di sottocategorizzazione saranno ancora lateralizzati a sinistra perché rispondono a una componente sintattica specifica; mentre, l'elaborazione semantica dovrebbe avere un diverso riflesso anche non lateralizzato a sinistra. È in questa fase che si rilevano infatti i LAN (Left Anterior Negativity), come risposta

a violazioni di sottocategorizzazioni e di violazioni morfo-sintattiche di accordo, e la N400 a livello centro-parietale per violazioni semantiche;
3. *terzo stadio:* l'informazione strutturale, quella semantico-lessicale (per esempio i ruoli tematici), quella pragmatica e i processi di co-referenza sono integrati. Se l'integrazione per qualche motivo fallisce, allora l'analizzatore cerca di rianalizzare o aggiustare la struttura sintattica costruita inizialmente in modo da arrivare a un'interpretazione coerente. Si tratta di processi tardivi che avvengono tra i 500 e i 1000 msec da un punto di vista elettrofisiologico; infatti, di fronte ad una mancata integrazione, si rileva la P600[28].

Il dato rilevante che sembra emergere da questi studi è che nella fase di comprensione di un messaggio i processi semantici e quelli sintattici sembrano non essere collegati. Come si può dedurre dal fatto che, di fronte ad una frase sintatticamente e semanticamente anomala, con l'inserimento dell'anomalia nelle parti iniziali della costruzione si mantengono gli effetti dell'anomalia sintattica mentre scompaiono gli effetti di quella semantica. Tali effetti si ripresentano solo se il compito richiede di orientare l'attenzione sugli aspetti semantici; in tal caso si hanno sia manifestazioni precoci dell'elaborazione sintattica con la ELAN, sia quelle dell'elaborazione semantica con la N400, mentre quelle di revisione sintattica (P600) scompaiono. In altre parole secondo De Vincenzi e Di Matteo (2004: 90) «questi dati indicano che i processi di costruzione iniziale della struttura sintattica sono autonomi e indipendenti, mentre l'integrazione dell'informazione semantica può essere bloccata, se la costruzione della struttura sintattica non ha avuto successo, ma può anche essere indotta, se l'attenzione è orientata su di essa».

10.2. Damasio e le parole

Anche i coniugi Damasio hanno recentemente pubblicato le loro ipotesi sul funzionamento e sulla collocazione delle strutture cerebrali responsabili del linguaggio (2002). Secondo i Damasio il cervello elabora il linguaggio tramite tre gruppi interagenti di strutture o meglio di sistemi neurali. Nella loro ipotesi esisterebbe:
1. un grande gruppo di sistemi neurali, situati in parte nell'emisfero cerebrale sinistro e in parte in quello destro, che rappresenta le interazioni non linguistiche tra il corpo e il suo ambiente. In pratica si tratta di tutte le percezioni, i pensieri, le sensazioni che una persona elabora mentre agisce nel mondo. In questo modo, la persona è in grado non solo di classificare le varie rappresentazioni secondo le loro caratteristiche percettive di forma, colore, stato emotivo, ma anche di organizzare gli eventi, gli oggetti e le relazioni. In altre parole, questo primo gruppo di sistemi neurali si occupa di formare la base simbolica per l'astrazione;
2. un numero più piccolo di sistemi neurali, localizzati in prevalenza nell'emisfero cerebrale sinistro, rappresenta i fonemi, le combinazioni di fonemi, le regole sin-

[28] Le risposte cerebrali più comunemente evocate da errori sintattici sono un potenziale negativo riscontrato in posizione anteriore sinistra detto ELAN se la latenza si colloca tra i 100 e i 300 msec, o LAN se la latenza invece si colloca tra 300 e 500 msec e un potenziale invece positivo con il picco più ampio a 600 msec, dall'attacco dello stimolo dello P600 (De Vincenzi e Di Matteo 2004).

tattiche per la combinazione di parole e la costruzione delle frasi. Questi sistemi possono essere sia stimolati dall'interno, quando assemblano le varie forme di parole e generano frasi che verranno pronunciate o scritte, oppure possono essere attivati dall'esterno, quando si ascolta un discorso o si legge un testo scritto. Si tratta di sistemi neurali deputati alla decodifica fonologica e grafemica del segnale linguistico in entrata tramite la vista o l'udito, e alla sua codifica in uscita;

3. l'ultimo gruppo è collocato in prevalenza nell'emisfero cerebrale sinistro e ha il compito di mediare tra i primi due. Si tratta di un sistema che è in grado di prendere un concetto e stimolare la produzione della relativa forma di parola, oppure può ricevere una parola e far sì che il cervello evochi i concetti corrispondenti. Una struttura, che per dirla in termini linguistici, si occupa di collegare il significante al suo significato.

Avvalendosi dei risultati di molti esperimenti propri e di altri colleghi, i Damasio sembrano portare delle prove a favore dell'individuazione anatomica di questi sistemi. Per chiarire tale ipotesi, riportiamo un esempio di questa organizzazione tripartita utilizzando le parole che designano i colori. Abbiamo supposto che esista: un concetto colore con una sua, più o meno specifica, collocazione anatomica; una forma di parola relativa a quel colore, sempre più o meno localizzata anatomicamente, ed infine un tramite che collega i due precedenti. Come sempre, in questo campo la prova si cerca nel comportamento dei pazienti con lesioni cerebrali specifiche, e in effetti i dati che sono stati trovati sono estremamente interessanti:

- esiste una patologia chiamata *acromatopsia*, nella quale, in seguito ad una lesione cerebrale a livello del lobo occipitale, il paziente, che precedentemente vedeva perfettamente, perde la percezione del colore così come la capacità di immaginare il colore. Le immagini mentali che costruiscono questi pazienti sono in toni di grigio. Lesioni in tutti gli altri punti del cervello non provocano un difetto analogo, quindi, sembrerebbe che i concetti di colore dipendano da questa regione (porzioni occipitali e sottocalcarine dei giri linguali sinistro e destro, sede che corrisponde anatomicamente all'ipotesi espressa in 1.;
- pazienti con lesioni alla corteccia temporale posteriore sinistra e a quella parietale inferiore mostrano, invece, delle difficoltà a produrre parole morfologicamente corrette, indipendentemente dalla loro categoria di appartenenza. Quindi, anche nella nominazione dei colori presentano delle difficoltà e non riescono a pronunciare correttamente il loro nome anche se hanno ancora a disposizione il concetto di colore e il suo riconoscimento. Si tratta di una sorta di distorsione fonetica, tanto che invece di dire "blu" possono dire "bu" o "bru". In questo caso sembra essere colpita la sede della forma di parola, corrispondente al punto 2.;
- infine, esiste un terzo tipo di patologia, l'*anomia di colore* (segmento temporale del giro linguale sinistro); questi pazienti non sono più in grado di dare il nome giusto ad un determinato colore pur riconoscendolo e riuscendo ad ordinare correttamente toni di colore per saturazione, abbinare gettoni colorati agli oggetti di una fotografia in bianco e nero, ecc.. Però, nel momento in cui li devono nominare, dicono "giallo" al posto di "rosso" o "blu" al posto di "giallo". Allo stesso modo, se è l'esaminatore che dà un nome al colore, il paziente indica il colore sbagliato.

In quest'ultimo caso sembrerebbe che sia colpito il tramite tra forma di parola e concetto, il punto 3.

L'ipotesi innovativa, rispetto alle teorie classiche sulla formazione delle parole e dei concetti, sta nel fatto che i Damasio suppongono che la "parola nella testa" relativa ad un oggetto o un evento si formi grazie all'azione di reti neurali che mantengono in memoria la registrazione delle attività svolte nelle cortecce sensoriale e motoria durante l'interazione con quel determinato oggetto o evento. In quest'ottica, non ha più senso parlare di rappresentazioni pittoriche permanenti, che nelle teorie classiche si suppongono responsabili della formazione di concetti. Queste registrazioni non sarebbero altro che delle configurazioni di connessioni sinaptiche in grado sia di ricreare i diversi insiemi di attività che definiscono un oggetto o un evento, sia di stimolare anche altre registrazione ad esse correlate; queste registrazioni si ipotizza che siano situate in gruppi di neuroni posti in molte regioni di convergenza nel cervello.

Se, ad esempio, prendiamo in mano un bicchiere di vino, la nostra corteccia visiva risponde immediatamente al colore del bicchiere e a quello del suo contenuto, alla sua forma e alla sua posizione; allo stesso modo, la corteccia somatosensoriale registra la forma che la nostra mano ha assunto nel prendere il bicchiere, il movimento del nostro braccio e della mano che portano il bicchiere alla bocca e tutte quelle sensazioni che proviamo quando sorseggiamo quel vino; sensazioni che possono andare dal piacere al disgusto. Quindi il nostro cervello non ha solo la funzione di registrare gli aspetti della realtà esterna come la forma del bicchiere, il colore, i movimenti, ma si occupa anche di registrare le nostre sensazioni interne, quindi il modo in cui noi esploriamo il mondo esterno ed il modo in cui vi reagiamo. Si tratta di microperceezioni e microazioni frammentarie ma simultanee, che si verificano in regioni cerebrali distinte funzionalmente e anatomicamente. Pertanto, è ovvio supporre che ci sia un luogo d'incontro, dove le microregistrazioni si integrano e si conservano; ed ecco che prende corpo l'idea dell'esistenza di gruppi neuronali che si trovano nelle tante regioni di convergenza del cervello. I Damasio non danno una precisa collocazione a queste aree di convergenza, si limitano a rinforzare la loro ipotesi anatomica facendo un parallelo con la teoria delle primitive della struttura concettuale proposta da Jackendoff.

Senza voler stravolgere le loro ipotesi possiamo suggerire che una delle strutture di convergenza del cervello possano essere le connessioni tra il talamo e la corteccia cerebrale, che già Llinas aveva collegato a quello che lo studioso definisce il "binding problem". Affermando che "*What is one of the central problems of how the brain works? The central problem is: how do we take these bits of reality -- the color of things, the shape of things, the feeling of things, the sounds that these things make -- and produce a single image out of all of these parts? It's as if you were masticating reality, you were dividing reality into its parts. Some parts of the system analyze color, others analyze movement, and still others analyze weight or sensation of tactile activity. How do we put all these things into one image of reality? How do we make one cognitive event? ... They are not bound at the cortical level, nor at the thalamic level, but in a dialogue between the thalamus and the cortex: from the thalamus to the cortex, back to the thalamus, back to the cortex, back to the thalamus, back to the cortex ...*" (1998).

Anche i Damasio affermano che in queste regioni di connessione i neuroni inviano le loro proiezioni da una determinata regione del cervello, e tali proiezioni a loro volta si integrano con dei feed-back, ovvero dei ritorni che provengono da altre parti del cervello. Pertanto, quando il feed-back nelle zone di convergenza stimola le proiezioni di ritorno, molti gruppi di neuroni anatomicamente e funzionalmente diversi e separati si attivano in simultanea e ricostruiscono lo schema delle precedenti attività mentali. In questo modo si forma una rete di interazioni che si attiva sia per la comprensione che per l'espressione.

Infine, per quanto riguarda i gruppi di sistemi neurali che rappresentano i fonemi, le combinazioni di fonemi, le regole sintattiche per la combinazione di parole e la costruzione delle frasi, la localizzazione di lesioni in pazienti afasici ci fa supporre che questi centri si collochino a livello di aree perisilviane. Sappiamo che lesioni al settore perisilviano posteriore, per esempio, sconvolgono i meccanismi di assemblaggio dei fonemi in parole e quelli di selezione di intere forme di parola; pazienti colpiti da questo tipo di lesioni non sono più in grado di pronunciare determinate parole, oppure non le formano correttamente. Inoltre, possono effettuare errori di tassonomia nel senso che, talvolta usano pronomi o parole di un livello tassonomico più generale al posto di quelli a cui non riescono più ad accedere, per esempio: "persona" per "donna" oppure possono usare una parola in relazione semantica con il concetto che vogliono esprimere, per esempio: "capo" al poso di "presidente". I danni a questa regione, però, non modificano i ritmi dell'eloquio dei pazienti, in altre parole, la prosodia risulta inalterata. È menomata invece la capacità di elaborare i suoni del linguaggio, tanto che i pazienti incontrano difficoltà nella comprensione di parole e frasi pronunciate. L'importanza di questa scoperta sta nel fatto che la comprensione uditiva fallisce non, come si pensava un tempo, perché il settore perisilviano posteriore sia un centro di archiviazione dei significati delle parole, piuttosto perché le normali analisi acustiche delle forme di parola che il paziente ode vengono troncate in una fase iniziale. Il settore perisilviano anteriore, sulla parte anteriore della scissura di Rolando, sembra contenere le strutture responsabili del ritmo e della grammatica del parlato. I pazienti con danni al settore perisilviano anteriore parlano in tono piatto, con lunghe pause fra le parole e con errori grammaticali. In particolare, questo tipo di pazienti tende ad eliminare congiunzioni e pronomi e spesso anche l'ordine grammaticale è compromesso. Inoltre, chi presenta lesioni in questa regione cerebrale trova difficoltà a comprendere il significato delle strutture sintattiche. Il fatto che i danni a questo settore pregiudichino l'elaborazione della grammatica sia nell'espressione sia nella comprensione fa pensare che i suoi sistemi neurali forniscano i meccanismi per l'assemblaggio delle componenti a livello di frase.

È ovvio che queste ricerche hanno bisogno di ulteriori esperimenti ed approfondimenti, ma già al livello attuale ci suggeriscono una probabile organizzazione cerebrale che sembra essere condivisa da molti dei più famosi neurologi. Un'affermazione che possiamo fare con certezza è che negli ultimi anni di ricerca, studiosi diversi, con modalità di ricerca diverse, e fini scientifici diversi, la cui unica chiave in comune è quella di analizzare il funzionamento cerebrale rispetto al linguaggio, stanno tutti convergendo sull'idea dell'esistenza di reti funzionali distribuite che possono coinvolgere aree specifiche e non, anche molto distanti fra loro.

10.3. Pulvermüller e le parole

Friedemann Pulvermüller, come i Damasio, cerca di dare una risposta neurobiologica al meccanismo di comprensione/produzione delle parole. La sua ottica, strettamente neuroscientifica, ci permette di analizzare la corteccia cerebrale e il suo funzionamento sulla base del fatto che le strutture anatomiche corticali sono correlate alle operazioni nelle quali sono coinvolte. Pulvermüller sostiene, quindi, che la struttura anatomica corticale ci fornisce utili indizi sul lavoro che le varie aree della corteccia svolgono e più in particolare in relazione ai compiti linguistici.

La proposta del ricercatore si basa sull'individuazione di alcune «reti funzionali» (functional webs) e più in particolare di «reti di parola» (word webs) che costituiscono la base anatomica e funzionale del nostro linguaggio.

Come abbiamo anticipato, questo lavoro si basa su una serie di caratteristiche anatomiche e funzionali del nostro cervello che in parte abbiamo già analizzato (vedi 9.1.). L'idea di rete funzionale prende forma considerando la natura di "network" della corteccia cerebrale, formata da più di 10 bilioni di neuroni, ognuno dei quali rappresenta un processore di informazioni. Una corteccia costituita da una rete di neuroni, caratterizzata da connessioni ordinate in entrata ed in uscita, che si occupa di fondere le informazioni tramite connessioni sia a breve che a lunga distanza, che a loro volta risentono del principio dell'apprendimento correlato (vedi 9.1.). Abbiamo visto che Damasio sostiene l'esistenza di zone di convergenza nella corteccia, responsabili della processazione della conoscenza o meglio, più in generale dei concetti. Pulvermüller, invece, sostiene l'esistenza di reti funzionali di neuroni distribuite, che hanno il compito di processare un certo tipo di informazione e possono includere un grande numero di cellule specializzate e distribuite su più aree corticali. Per essere più chiari, Pulvermüller sostiene che la semplice osservazione di un determinato oggetto crea una rete funzionale che diventa la rappresentazione corticale dell'oggetto stesso, dato che la rete è costituita da collegamenti neurali forti che coinvolgono tutti i neuroni partecipi allo specifico processo innescato dalla visione dell'oggetto stesso. L'unione delle varie caratteristiche dell'oggetto (forma, colore, peso) si formerebbe nelle connessioni reciproche all'interno della rete funzionale, ovvero tra i neuroni distribuiti nella rete, inclusi quelle delle aree primarie. Il concetto relativo all'oggetto, quindi, si formerebbe proprio come un ampio insieme di neuroni distribuito su un piccolo insieme di aree corticali, aree che servirebbero come siti di unione. Secondo lo stesso principio si costruisce anche la forma di parola, o meglio le reti che permettono la realizzazione di forme di parola.

Dalla nascita, come sappiamo, il neonato è esposto al linguaggio, ovvero a delle stimolazioni sonore che attivano (quando queste sono perfettamente formate e funzionanti) tutte quelle strutture deputate alla captazione del suono, al suo riconoscimento e conseguente alla sua memorizzazione. Pertanto, nel momento della lallazione[29] (6 mesi circa) il bambino comincia ad articolare tutta una serie di suoni che, a livello corticale, sono il risultato di un'attivazione delle aree frontali inferiori, comprese la corteccia motoria inferiore e le aree prefrontali. Questa articolazione, ovviamente,

[29] Vedi 4.
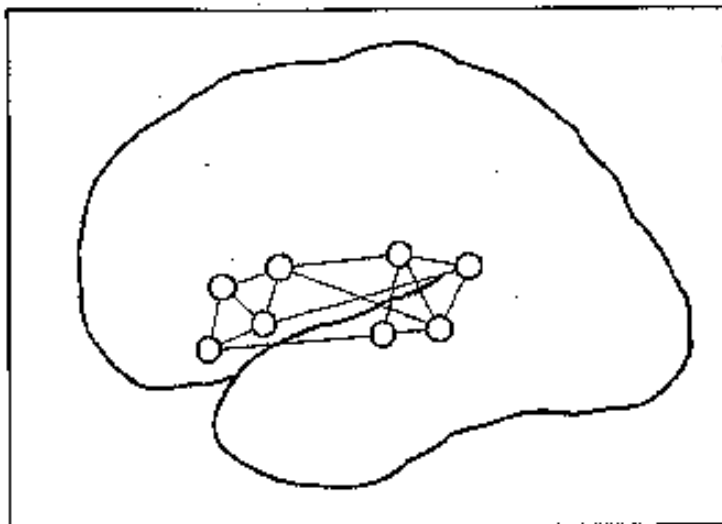
Fig. 29 Forma fonologica di parola. Sul piano linguistico questa rete può essere considerata la controparte organica di una sillaba frequentemente prodotta durante la lallazione o di una forma fonologica di una parola che verrà acquisita subito dopo la lallazione.

produce un suono che stimola l'orecchio del bambino e a sua volta, a livello corticale, le aree del sistema uditivo comprese nel lobo temporale superiore. Secondo il principio di apprendimento di Hebb, si forma, quindi, una rete che collega i neuroni responsabili dei movimenti specifici articolatori con i neuroni nel sistema corticale uditivo che vengono stimolati dall'auto-produzione dei suoni linguistici. In altre parole, si forma una rete funzionale distribuita lungo la corteccia perisilviana, che comprende le aree frontali inferiori e temporali superiori, quelle che abbiamo visto essere le aree principali aree del linguaggio. Questo dato, inoltre, si collega ai recentissimi studi sui neuroni specchio, situati all'interno di un'area frontale corrispondente all'area di Broca, che si attiverebbero sia nella produzione che nella comprensione di parole, per il riconoscimento e la produzione dei gesti articolatori necessari alla formazione della parola stessa[30].

In questo modo si forma il circuito necessario per la processazione della forma fonologica di una parola. Con la lallazione si potrebbe formare quel meccanismo necessario alla ripetizione di parole. Possiamo supporre che il bambino, tramite l'apprendimento correlato, si formi una rappresentazione uditiva delle parole; quindi una prima rete alla quale si aggiunge, grazie ai collegamenti sensomotori costituiti dalla

[30] Vedi 9.1.

lallazione, la capacità di ripetere le parole immagazzinate nella rete precedente, e in questo modo si viene a costituire la rete funzionale collegata a quella determinata parola, o per dirla come Pulvermüller, una «word-related functional web».

È, infatti, nell'immediato periodo successivo alla lallazione che possiamo trovare con indicatori elettrofisiologici evolutivi, a livello corticale, delle tracce mnemoniche per i fonemi (Näätänen et al. 1997; Cheour et al. 1998), mentre a livello strettamente linguistico si attiva la capacità di ripetizione delle parole (Locke 1993). Pertanto:

1. si forma una rappresentazione della parola udita grazie al principio dell'apprendimento correlato per il fatto che il bambino riceve un input uditivo continuo;
2. l'articolazione della parola rende possibile, grazie al formarsi dei collegamenti senso-motori che si sono formati con la lallazione, la co-attivazione di neuroni nelle aree del lobo frontale inferiore e temporale superiore;
3. tutto ciò crea delle reti funzionali collegate alla parola (word-related functional web) che si distribuiscono nella corteccia perisilviana.

Pulvermüller et al. (1997) e altri ricercatori (Miller 1974; Tallon-Baudry & Bertrand 1999) sostengono che l'esistenza delle reti funzionali può essere individuata con misurazioni MEG. Dato che si tratta di grossi circuiti, la loro attivazione, tramite l'ascolto o la lettura di una parola, produrrà dei riverberi individuabili con precisi ritmi alle alte frequenze, per contro, se il soggetto si trova a decodificare delle pseudo-parole sia ortograficamente che fonologicamente regolari, il circuito non si dovrebbe attivare e quindi non si dovrebbero rilevare neppure ritmi alle alte frequenze.

Come possiamo vedere in figura 30 sopra riportata, la MEG rileva una banda di frequenza che si colloca attorno ai 30 Hz e che indica delle significanti differenze tra la presentazione acustica di parole vs. pseudo-parole (b). Circa mezzo secondo dopo l'attacco di una parola monosillabica, presentata oralmente, le risposte cerebrali alle alte frequenze sono significativamente molto più forti, se comparate con quelle della presentazione di una pseudo-parola (b). Il risultato potrebbe essere attribuito al fatto che la presentazione di una parola attiva la rete funzionale, e quindi un circuito multi-riverberatorio, mentre di fronte ad una pseudo-parola lo stesso circuito non si attiva completamente.

Numerosissimi studi indicano differenze fisiologiche tra parole e pseudo-parole sia con rilevazioni elettroencefalografiche sia con tecniche metaboliche di neuroimaging. (per una rassegna completa vedi Pulvermüller 2002). In conclusione, possiamo dire, che questi studi forniscono dati a favore dell'esistenza di rappresentazioni di parole nel cervello.

Questi dati possono essere collegati con quanto detto in 4.3 relativamente alla teoria di Studdert-Kennedy che lega l'acquisizione del linguaggio ad un processo di imitazione vocale e articolatorio. Pulvermüller non si ferma all'individuazione di reti che rappresentano soltanto la forma di parola, allarga i suoi studi alla ricerca della collocazione dei significati di parola. Abbiamo visto che le informazioni fonologiche e articolatorie si collocano all'interno di reti lungo le aree perisilviane, ma dagli stessi studi di neuroimaging emerge che altre aree sono attive durante la produzione di parole o verbi. Una serie di neuroni extra-silviani hanno a che fare con il significato delle parole; in questa prospettiva, anche la figura 31 assume un suo significato.
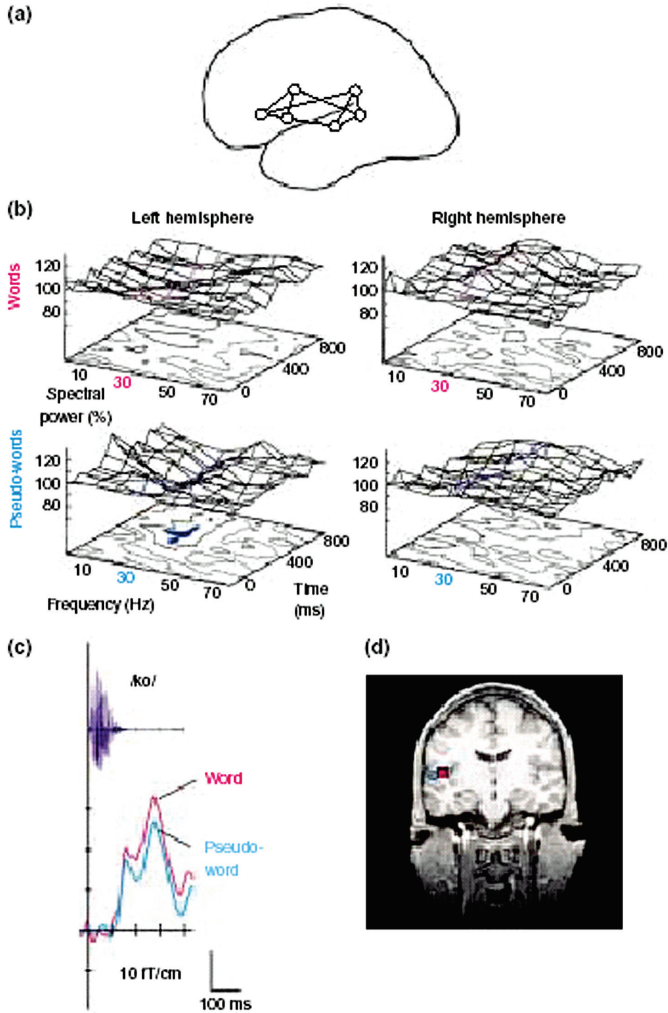
Fig. 30 (a) Le reti funzionali durante la realizzazione di una parola fonologica possono essere distribuite lungo le aree perisilviane dell'emisfero cerebrale dominante sinistro. I tondini rappresentano cluster locali di neuroni e le linee rappresentano le reciproche connessioni tra essi. (b) La presentazione di parola induce forti risposte alle bande γ nel range 30 Hz rispetto alla presentazione di pseudo-parole, in particolare nell'emisfero sinistro. I circuiti riverberatori all'interno delle reti di parola sottolineano l'aumento delle risposte alle alte frequenze alle parole comparato con quelle alle pseudo-parole rilevate con le registrazioni EEG e MEG (Pulvermüller et al. 1996). (c) La MMN e la MMNm rivelano differenze significative già attorno ai 150 msec dopo il punto di riconoscimento della parola, suggerendo che l'attivazione delle rete funzionali parola-relate (accesso lessicale) è un processo che avviene molto presto. (d) Il principale generatore delle riposte alle parole evocate con la magnetic mismatch è localizzato nel lobo superiore temporale sinistro (Pulvermüller et al. 2001)

Se poniamo che la forma di parola o, in termini linguistici, il significante, si possa collocare nelle aree perisilviane, possiamo anche supporre che i neuroni che costituiscono la rete relativa al suo significato possono essere distribuiti nelle varie aree extrasilviane; più precisamente in quelle aree che hanno a che fare con le caratteristiche anche fisiche di quel determinato significato. Pulvermüller rileva una prima differenza tra parole che hanno delle caratteristiche "visive" rispetto a parole "azione". La figura 31 rappresenta alcune reti di parole, delle vere e proprie reti funzionali che includono sia i neuroni attivi nella processazione del significante (area perisilviana) che quelli attivi nella processazione del significato (aree extrasilviane). Più nel dettaglio, relativamente alla localizzazione dei neuroni relativi alla processazione del significato: se il referente della parola è un oggetto che normalmente viene percepito tramite la modalità visiva, la rete include neuroni che si collocano nelle aree temporo-occipitali; se il referente della parola è un'azione o un oggetto che viene frequentemente manipolato, la processazione include anche i neuroni delle aree fronto-centrali. Ovviamente l'esempio deve essere esteso anche alle altre modalità sensoriali (Pulvermüller 1999b).

La figura 31 soprastante è decisamente semplificata rispetto a quello che potrebbe essere la realtà, in quanto dobbiamo supporre che una parola azione attivi anche le aree visive, così come una parola visiva attiverà anche le aree motorie (Kiefer & Spitzer 2001; Pulvermüller 2001). Ovviamente l'idea di reti di parola differenziate anatomicamente implica che la processazione delle parole sia diversa a seconda della loro categoria di appartenenza. In effetti, vari studi, condotti su pazienti afasici, indicano che la produzione così come la comprensione di parole e verbi, o nomi di animali e nomi di oggetti, ha un grado di compromissione diverso (per una rassegna completa vedi Pulvermüller 2002). Secondo Humprhreys e Forde (2001) queste dissociazioni possono essere spiegate basandosi sull'ipotesi dell'esistenza di gruppi di neuroni distribuiti che riflettono le caratteristiche percettive e strutturali, incluse le caratteristiche visive, il grado di sovrapposizione tra esemplari, nonché le caratteristiche funzionali e le azioni alle quali le parole e i concetti sono relati. Concetti o parole legate ad azioni o a caratteristiche visive mostrano delle diverse attivazioni corticali in molti studi metabolici o comunque di neuroimaging, come per esempio in studi PET e fMRI, ma anche in studi con potenziali evocati (ERPs) e con EEG.

Tutte queste ricerche indicano che i diversi pattern di attività che si rilevano non si collegano all'appartenenza delle parole stimolo a diverse categorie grammaticali (nomi, verbi …) si tratta, piuttosto, di differenze sul piano semantico. In altre parole, le diverse attivazioni cerebrali rifletterebbero le proprietà semantiche delle parole stimolo e i concetti a queste collegati, non la loro appartenenza a diverse categorie grammaticali (cfr. anche 7.5.). In alcuni casi particolari, è possibile addirittura fare dei collegamenti precisi tra il referente della parola e la sua collocazione topografica nella rete cerebrale. Ci riferiamo a tutti quei nomi o quei verbi che hanno a che fare con le varie aree del nostro corpo.

Studi condotti con rilevazioni EEG mostrano che verbi che indicano azioni compiute con gli arti o con parti della faccia come "camminare" o "parlare", causano degli aumenti di attività in precise zone della corteccia motoria. Più precisamente, parole legate agli arti inferiori come "camminare" evocano un aumento delle correnti in entrata nelle aree dorsali lungo l'area corticale riferita alle gambe, mentre quelle legate a parti
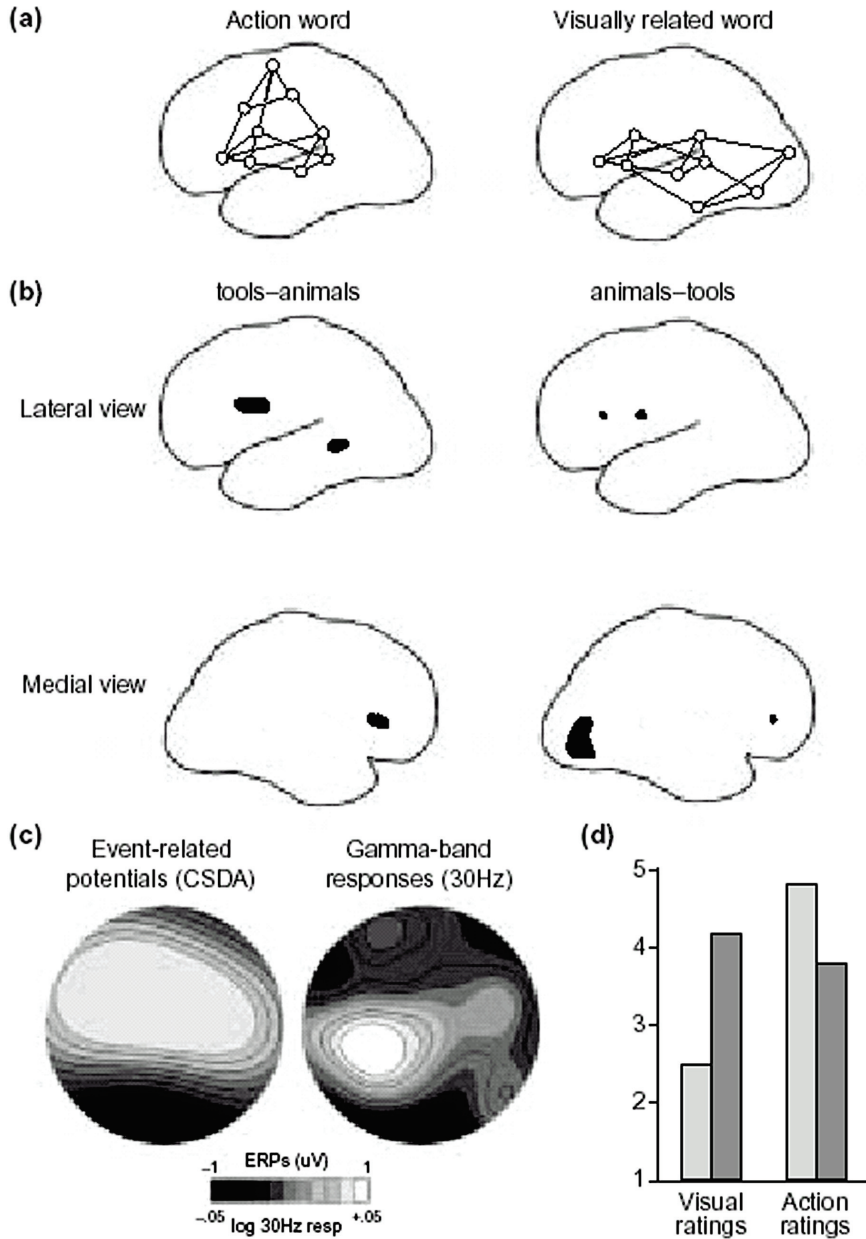
Fig. 31 Parole per azioni e parole collegate alla visione

della faccia come "parlare" elicitano correnti più forti nelle zone inferiori, a livello delle aree che rappresentano la faccia e gli articolatori (Hauk e Pulvermüller 2002). Anche studi effettuati con fMRI indicano dati simili (Fig. 32 (d)) (Pulvermüller 2001).
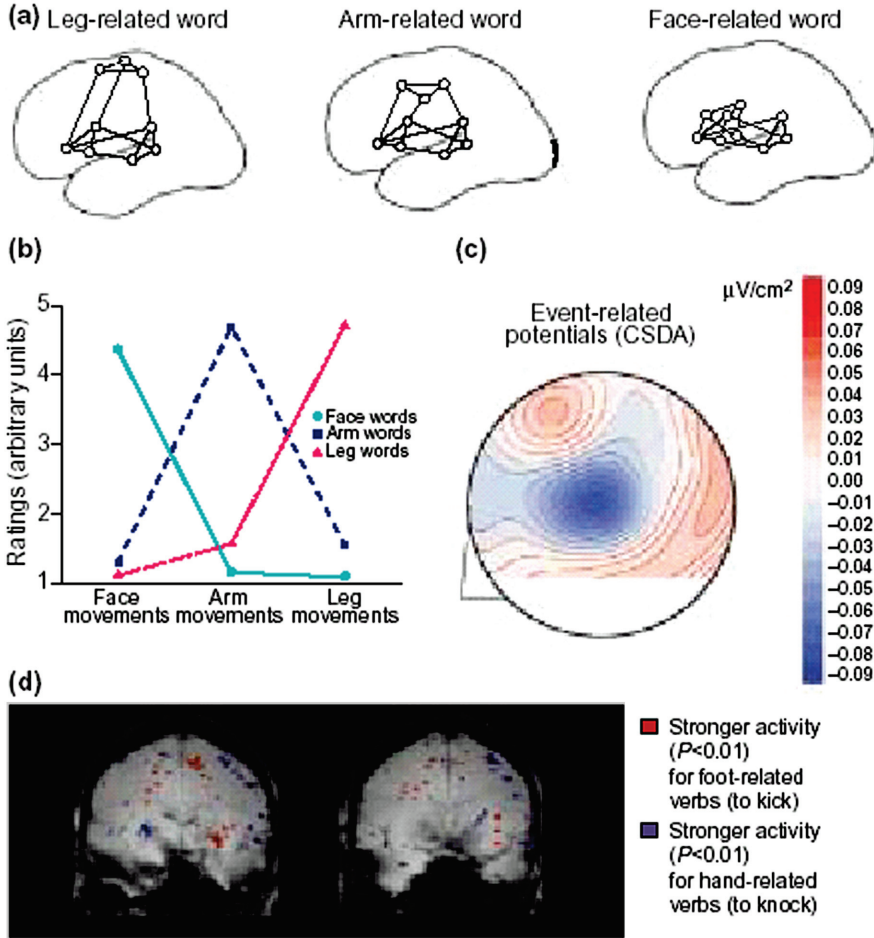
Fig. 32 Collegamenti tra parole e parti del corpo

Questa interessante corrispondenza si collega con il lavoro di Penfield e Rassmussen (1950), che sono riusciti a ricostruire l'organizzazione della corteccia motoria umana, grazie ad una serie di esperimenti condotti con delle piccole stimolazioni elettriche in vari punti della corteccia cerebrale, e con la conseguente registrazione delle eventuali risposte motorie prodotte dall'attivazione di alcuni muscoli. In questo modo sono arrivati alla costruzione di quello che si definisce "l'homunculus motorio" ovvero una precisa mappa che corrisponde alle proiezioni neuroanatomiche della corteccia motoria. L'homunculus motorio e l'homunculus sensoriale rappresentano il modo in cui le nostre parti del corpo sono rappresentate, rispettivamente, nella corteccia motoria primaria e somatosensoriale. A livello anatomico possiamo notare, inoltre, come sia il sistema corticale sensoriale che quello motorio siano caratterizzati da proiezioni ordinate topograficamente. In altre parole, cellule adiacenti a livello dei nostri organi
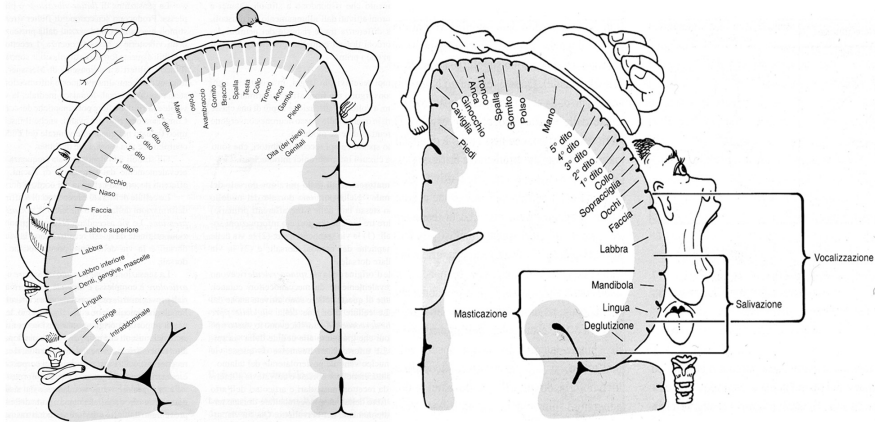
Fig. 33 Homunculus sensoriale e motorio

sensoriali si proiettano a neuroni corticali adiacenti, così come, muscoli adiacenti nel nostro corpo sono controllati da neuroni attigui nella corteccia motoria (Pulvermüller 2002).

Questi dati ci fanno supporre che le reti funzionali che si creano durante il movimento o la processazione di input sensoriali, si attivano anche quando dobbiamo processare una parola che ha a che fare con quelle aree e ne costituiscano il substrato semantico necessario alla sua comprensione. Possiamo pensare che quei neuroni che si attivano nell'area motoria le prime volte che camminiamo o vediamo camminare qualcuno possano, in un secondo momento, costituire il substrato neurale necessario alla comprensione della parola "camminare" o "correre". Allo stesso modo i dati neurofisiologici, così apparentemente contrastanti riportati nella figura 28, assumono un senso se attribuiamo ad ogni verbo e ad ogni parola delle sue caratteristiche percettive, come il colore, il movimento, la forma, di parti del corpo che hanno un diretto collegamento con l'oggetto o l'azione, ma anche le sensazioni suscitate.

È ovvio, che il quadro che ne risulta è estremamente complesso, così come le reti che teoricamente dovrebbero processare tutte queste informazioni, almeno che non ipotizziamo di avere a disposizione delle reti neuronali di processazione di suoni e significati che condividono i tratti in comune sia relativamente ai fonemi che ai tratti semantici. Aggiungiamo che se prendiamo in considerazione una delle teorie sull'attribuzione della semantica (Landauer e Dumais 1997), che propone che il significato delle parole può essere acquisito in base alle parole che frequentemente co-occorrono con la parola bersaglio, allora da un punto di vista neurofisiologico le diverse rilevazioni che abbiamo mostrato riguardo alle pseudo-parole assumono un senso. Supponiamo di essere di fronte ad un nuovo termine di cui non conosciamo il significato, ma che ovviamente siamo in grado di leggere così come di ripetere; quella parola attiverà soltanto la rappresentazione fonologica perisilviana della parola, dato che non abbiamo a disposizione collegamenti semantici (l'effetto che abbiamo visto nella fig. 30). Assumendo poi il punto di vista di Landauer e Dumais i neuroni che si

attivano per l'attribuzione del significato delle altre parole che si trovano assieme alla parola bersaglio, forniranno quel contesto non solo semantico ma anche neurobiologico che permetterà alla nuova parola di sovrapporsi alla rappresentazione di alcuni tratti o parti semantiche che la nuova parola ha in comune con le altre, usufruendo di reti in parte già costituite; tenendo sempre presente il principio dell'apprendimento correlato. In questo modo si può dare anche una spiegazione ai vari tipi di lapsus che andremo ad analizzare in 11. L'omofonia o polisemia così come l'omonimia o iponimia implica che due o più parole possono condividere la stessa rete perisilviana ma tratti diversi della rete semantica o viceversa. Qui troviamo la base anatomica per poter dare una spiegazione anche ai lapsus verbali che andremo ad analizzare in 11.3. da un punto di vista processuale.

11. Modelli di elaborazione del linguaggio

Il linguaggio umano potrebbe essere considerato come un codice che connette un insieme di forme linguistiche ad un numero di aspetti del significato. I livelli di base di tale codice comprendono il livello lessicale, il livello morfologico, il livello frasale, ed il livello del discorso. La linguistica è lo studio della natura delle rappresentazioni che costituiscono ciascuno di questi livelli.

Il livello *lessicale* stabilisce relazioni con concetti e categorie dell'universo non linguistico. Le parole designano oggetti concreti, oggetti astratti, azioni, proprietà e connettivi logici. La forma di base di una voce lessicale consiste di una rappresentazione fonologica che specifica gli elementi segmentali (i fonemi) e la loro organizzazione in strutture metriche (per es. le sillabe). La forma di una parola può anche essere rappresentata ortograficamente. Le parole sono assegnate a categorie sintattiche differenti, quali nomi, verbi, aggettivi, preposizioni.

Il livello *morfologico* consente di formare parole da altre parole, tramite i processi di derivazione; in questo modo il significato connesso ad una voce lessicale può essere impiegato in una categoria sintattica differente senza bisogno di coniare un numero spropositato di voci per realizzare tali significati. Altri processi morfologici che codificano le relazioni sintattiche sono rappresentati dai processi flessivi.

Il livello *frasale* esprime proposizioni che realizzano aspetti della struttura degli eventi nel mondo (ad es. i ruoli tematici realizzano chi ha fatto che cosa a chi; l'attribuzione di modificatori trasmette quali aggettivi vanno con quali nomi; la referenza dei pronomi ed altre categorie referenzialmente dipendenti determinano quali parole in un insieme di frasi si riferiscono agli stessi esemplari o azioni). Le frasi fanno asserzioni sul mondo, asserzioni che formano sistemi logici e che possono essere usate per accrescere la conoscenza di una persona sul mondo.

Il livello del *discorso* è dato da frasi che formano strutture di livello superiore, cioè testi. Il discorso comprende l'informazione su l'argomento generale in discussione, il focus dell'attenzione del parlante, la novità dell'informazione in una data frase, la relazione reciproca tra eventi e azioni (ad es. l'ordine temporale degli eventi, la causazione). Il livello del discorso offre la base per i saperi, il ragionamento e la pianificazione dell'azione.

La prima osservazione da cui siamo partite (cfr. capitolo 1) è stata: le rappresentazioni che occorrono per descrivere il codice del linguaggio sono differenti da quelle che occorrono per descrivere la struttura degli oggetti, dei concetti, delle inferenze logiche. Dunque, il codice linguistico può essere trattato come un componente separato e specifico della vita umana. Come abbiamo visto, molti teorici del linguaggio ritengono che sia così, e argomentano a favore di tale unicità, in parte sulla considerazione che la sua struttura è diversa da quella necessaria per descrivere elementi e operazioni in altri domini cognitivi. Ricordiamo, una per tutte, la teoria di Chomsky.

Altri studiosi, invece, come Bates e McWhinney, da un lato, o Studdert-Kennedy e Lindblom dall'altro, pensano che la forma del linguaggio risulti dalla interazione dei differenti fattori che condizionano l'uso del codice linguistico; tali fattori includono i valori semantici che il codice linguistico esprime (derivati dalle abilità cognitive umane), la natura dei canali di input e output in cui avviene l'uso del linguaggio

(derivata dai sistemi articolatori e uditivi) la natura delle computazioni che la mente umana può eseguire (derivata dalle operazioni fisiologiche del cervello). Pertanto in questo approccio il linguaggio è considerato come una "proprietà emergente" derivata da questi altri sistemi funzionali[31]. I modelli interattivi, inoltre, partono dall'assunto che i singoli componenti coinvolti nella percezione e produzione del linguaggio non siano da considerare autonomi. All'opposto, si ritiene che esista una forte interazione fra tutti i livelli interessati, nel senso che ciascuno può interagire con ciascun altro, di conseguenza tipi differenti di informazione possono essere simultaneamente presenti.

Comunque, come abbiamo visto anche trattando sotto profili differenti il rapporto tra fattori linguistici ed extralinguistici in merito alla competenza comunicativa, almeno sulla base delle conoscenze attuali molte delle proprietà del codice linguistico non sono derivabili dalle proprietà di altri sistemi cognitivi.

La psicolinguistica, per Caplan (1992), è lo studio degli elaboratori rivolti all'attivazione delle rappresentazioni linguistiche. I modelli attuali del processing linguistico distinguono differenti funzioni quali lettura, parlato, comprensione uditiva, ecc., ciascuno a sua volta suddiviso in componenti distinti e semi-indipendenti. Ciascuno di questi componenti – o moduli – svolge una precisa funzione nel sistema generale, ed esegue operazioni altamente specializzate.

I modelli di elaborazione dell'informazione per il linguaggio sono in gran parte pensati come diagrammi di flusso, architetture funzionali che colgono la sequenza di operazioni che i singoli componenti compiono rispetto ad un determinato compito. I principali componenti del sistema di processing del linguaggio sono i processi che attivano i livelli lessicale, morfologico, frasale, discorsivo (leggere, scrivere, parlare, ascoltare e capire).

Occorre specificare il modo in cui ciascun processore attiva le strutture linguistiche. Ad esempio, le forme delle parole possono essere elencate e trovate come entrate separate in un dizionario mentale, oppure esse possono essere riconosciute come livelli di attivazione di unità in un insieme di nodi in cui le parole non sono rappresentate. Per la sintassi in genere si suppone la presenza di regole, che vengono applicate per il riconoscimento di particolari strutture, ma non tutti i modelli si basano sull'idea di regola. Infine, la modalità di rappresentazione di questi sistemi è sequenziale, ma in realtà occorre tenere presente che i componenti del sistema operano il più delle volte in parallelo.

All'interno dei modelli di processing di tipo modulare, vengono attribuite precise caratteristiche generali ai processori:

1. ogni processore accetta solo particolari tipi di rappresentazioni in entrata e produce solo specifici tipi di rappresentazioni in uscita: questa è la caratteristica di specificità di dominio connessa alla concezione modulare del linguaggio;
2. la maggior parte dei processori sono attivati obbligatoriamente quando ricevono gli input propri;
3. i processori del linguaggio operano inconsciamente: prominenza attentiva sul significato, e nessuna attenzione ai dettagli dei suoni, alla struttura della frase, e così via;

[31] Vedi al riguardo quanto descritto in 4.3.

4. i componenti del sistema operano in modo veloce e accurato: le parole sono riconosciute in genere solo dopo meno di 125 millisecondi dall'attacco (dunque quando vengono ancora pronunciate); inoltre gli errori su una produzione di tre parole per secondo è di una parola mal selezionata ogni milione, ed un'altra parola mal pronunciata ogni milione. La velocità si ottiene mediante l'architettura funzionale che opera in parallelo, il che comporta che molti differenti componenti del sistema siano simultaneamente attivi.

   Tutto questo è ciò che si cela dietro l'affermazione che i processi sono automatici.

11.1. Produzione delle parole

Nella produzione delle frasi il parlante dà realizzazione linguistica a pensieri, idee, che intende comunicare. Nel dire ciò, implicitamente alludiamo al fatto che gli enunciati che formano un testo orale sono legati alla percezione e all'elaborazione di informazioni presenti nello spazio esterno al soggetto parlante e nel suo spazio interno, e dunque chiamano in causa quantomeno memoria, ragionamento ed attenzione, come pure sono alla base del comportamento del parlante e pertanto non si limitano al piano locutorio strutturandosi diversamente in ragione degli scopi e dunque della forza illocutoria che l'enunciato esprime. Si tratta, dunque, di operare una scelta metodologica che consideri la produzione del linguaggio in modo autonomo e separato, al fine di studiare i fatti centrali in tale dominio rispetto a quelli di confine, di utilizzare strumenti di ricerca specifici ed adeguati a questo ambito di indagine, di costruire una base di dati sulla quale poter poi indagare interrelazioni fra i diversi processi. È anche vero, e lo testimonia la minore massa di ricerche sulla produzione rispetto alla comprensione del linguaggio, che questo settore di indagine comporta alcune difficoltà metodologiche in quanto è assai più arduo operare un controllo sperimentale sulle forme linguistiche che devono essere espresse. La scelta allora è quella di reperire dati empirici con metodo osservativo, quali la durata e la distribuzione delle pause nel parlato, le produzioni di pazienti afasici, gli errori compiuti dai parlanti, come i lapsus commessi da soggetti normali nella conversazione. Nel disturbo, un paziente può mostrare incapacità a produrre correttamente la forma di una parola in ragione di cause che possono essere diverse distintamente:

1. può avere una informazione insufficiente o non adeguata sul concetto legato alla parola, di conseguenza non è capace di specificare la parola semanticamente e pertanto di attivare la parola appropriata secondo il contesto;
2. può avere incapacità di accesso alla forma della parola, anche se possiede una notevole quantità di informazione sul livello semantico della parola stessa;
3. può avere un disturbo nel convertire il modello del suono della parola propriamente rappresentato mentalmente, in una forma necessaria per inviare i messaggi adeguati ai neuroni motori;
4. può avere, infine, una varietà di disturbi nell'effettiva produzione della parola che desidera produrre.

   Vediamo singolarmente i diversi processi.

11.1.1 Accesso alle voci lessicali

Nel parlare, è palese che convertiamo pensieri in forme linguistiche; in tale processo di conversione, la parola è sicuramente un livello cruciale. Se pensiamo, infatti, a come segmentiamo il pensiero in unità, vediamo che si tratta di unità che corrispondono al significato delimitabile entro i confini lessicali. Naturalmente il processo di abbinare concetti a parole differisce anche in ragione della natura della parola: se si tratta di nomi concreti, è plausibile ritenere che siano attivate vere e proprie immagini mentali, mentre se si tratta di nomi astratti, probabilmente non ci sono immagini visive a mediare la relazione tra parola e concetto; infine se si tratta di elementi funzionali, come connettivi e preposizioni ad es., il processo si fa ancora diverso, tanto che nelle ricerche recenti di Pulvermüller (cfr. 10.3.) troviamo segnalata una diversa attivazione neuronale. Oltre alle caratteristiche semantiche delle parole, influiscono altri fattori sulla scelta delle parole, quali la sintassi – con le caratteristiche strutturali della dipendenza tra costituenti – o addirittura il discorso – il già detto può determinare la scelta di un pronome al posto del nome, può rendere superfluo la nominazione di elementi che costituiscono la conoscenza condivisa dei parlanti, e così via. A questo riguardo possiamo considerare alcuni modelli della produzione del linguaggio; cominciamo con il modello di Garrett.

11.1.2 Il modello di Garrett

Secondo Garrett (1975; 1980) la produzione di frasi avviene in fasi distinte, a cui corrispondono livelli di rappresentazione indipendenti. Sono previsti tre livelli generali nella produzione di frasi: quello concettuale, quello specificamente linguistico, quello articolatorio.

Livello concettuale. A questo primo livello corrisponde la rappresentazione prelinguistica del messaggio: vengono costruite le strutture concettuali determinate dalle conoscenze del parlante e dalle condizioni emotive e situazionali in cui si trova. In particolare, nel livello di rappresentazione del messaggio, che è sensibile a fattori linguistici ed extralinguistici, «una sintassi concettuale costruisce espressioni complesse a partire da un vocabolario basilare (ma non piccolo) di concetti semplici» (Garrett 1984). La rappresentazione costruita su tale livello controlla i processi frasali che portano alla costruzione del successivo livello di rappresentazione: il livello di *rappresentazione funzionale*.

Esso si trova nel secondo livello, il *livello linguistico*. Sul livello funzionale, che opera su più sintagmi contemporaneamente, si specifica la struttura sintattica della frase che deve essere prodotta:

a) sulla base delle relazioni concettuali specificate nel livello del messaggio, avviene la selezione lessicale all'interno del lessico mentale eminentemente su base semantica;
b) si ha la specificazione di strutture funzionali e sintattiche;
c) avviene la relativa assegnazione di elementi lessicali alle posizioni corrispondenti ai ruoli strutturali, dunque la collocazione delle voci lessicali scelte dentro l'ossatura di frase.

Errori tipici del livello sono lapsus come:
… saranno passati due giorni / … saranno passati due anni,
e poi vede gli odori e sente i colori / e poi vede i colori e sente gli odori.

Viene quindi elaborato il livello di *rappresentazione posizionale*, che opera all'interno su sintagmi singoli e nel quale si realizzano due processi distinti. Il primo processo consiste nella scelta delle forme fonologiche corrispondenti agli elementi di classe lessicale maggiore, specificati nel corso della selezione lessicale avvenuta sul livello funzionale. Il secondo processo consiste nella selezione delle strutture frasali che contengono le informazioni necessarie alla scelta delle parole grammaticali (morfemi grammaticali liberi e legati), sulla base delle strutture funzionali specificate al livello precedente. In sintesi su questo livello si ha:
a) il recupero della struttura segmentale e l'interpretazione fonologica delle parole di classe aperta (sostantivi, verbi, aggettivi);
b) lo sviluppo della geometria superficiale della frase;
c) l'assegnazione dei formativi lessicali alle posizioni della struttura frasale.
Errori tipici sono:
il mio naso è tonto / il mio naso è tondo,
ci determina la consenzione / ci consente la determinazione.

La rappresentazione costruita nel livello posizionale è costituita da una stringa di elementi specificati fonologicamente, e viene utilizzata per le successive fasi della produzione. Sul livello di rappresentazione fonologica si ha:
a) l'interpretazione fonologica degli elementi di classe chiusa (preposizioni, articoli, avverbi);
b) la realizzazione fonetica dell'enunciato, compiuta tenendo conto dei processi di accomodamento morfofonologico e fonologico.
Errori tipici:
un tempo di una settimana / una settimana di tempo,
lapsus che indica che l'interpretazione fonologica delle parole di classe chiusa è successiva a quella delle parole di classe aperta. È da notare, infatti, che la forma dell'articolo si adatta alla diversa combinazione lessicale determinata dal lapsus. La rappresentazione costruita sul livello posizionale è costituita da una stringa di elementi specificati fonologicamente, e viene utilizzata per le successive fasi della produzione.

Garrett ritiene che le parole del vocabolario siano divise in due classi: parole di classe aperta, parole di classe chiusa (cfr. 5.1.). A questa distinzione in termini di vocabolario, Garrett fa corrispondere una distinzione procedurale: le parole appartenenti alle due classi sono processate in modo diverso. L'elaborazione delle parole di classe aperta avviene sia nel livello funzionale (dove l'informazione semantica generata nel livello del messaggio attiva rappresentazioni lessicali) che nel livello posizionale (dove le rappresentazioni lessicali attivate nel livello funzionale attivano a loro volta le forme fonologiche corrispondenti). Al contrario, l'elaborazione delle parole di classe chiusa avviene solamente al livello posizionale, in base all'informazione disponibile sulle strutture frasali generate a questo livello.
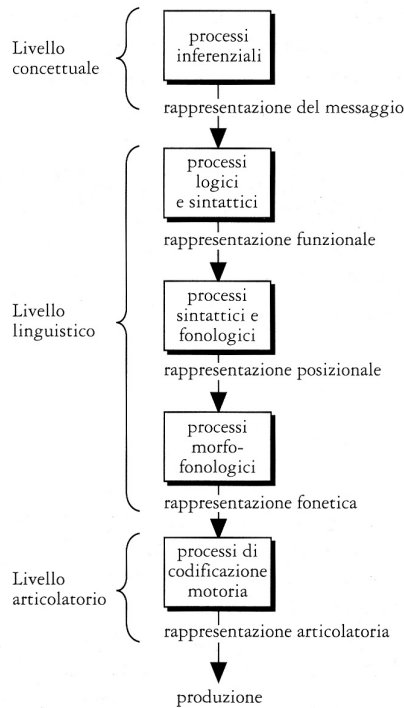
Fig. 34 Il modello di Garrett

Alcuni aspetti del modello di Garrett sono rilevanti per le analisi dei deficit grammaticali nell'afasia (cfr. 11.8.). Ad esempio, la distinzione procedurale tra le parole «classe-chiusa» e «classe-aperta» consente di prevedere che un deficit del livello posizionale dovrebbe disturbare selettivamente la scelta dei morfemi grammaticali in tutte le prove che richiedono la produzione di strutture frasali. Per contrasto, la produzione degli stessi morfemi in prove che richiedono la produzione di parole isolate, come la lettura, la scrittura e la ripetizione di parole morfologicamente complesse, dovrebbe essere risparmiata. Inoltre, dato che il livello posizionale è implicato solo nella produzione, un deficit di questo livello dovrebbe risparmiare la comprensione grammaticale.

Due pazienti afasici il cui profilo neuropsicologico è compatibile con un deficit del livello posizionale sono stati descritti da Nespoulous et al. (1987) e da Caramazza e Hillis (1989). Entrambi i pazienti presentavano un grave deficit nella produzione dei morfemi grammaticali in un contesto frasale. Il loro linguaggio spontaneo, sia orale sia scritto, era caratterizzato da numerose omissioni (e rare sostituzioni) di morfemi gramaticali liberi e dalla produzione di forme di citazione del verbo (infinito e participio) al posto di forme correttamente coniugate. Una narrativa spontanea prodotta dalla paziente ML (Caramazza e Hillis 1989) conteneva 173 contesti obbligatori per

morfemi grammaticali liberi, 79 per morfemi grammaticali legati e 207 per parole «classe-aperta». La paziente commetteva moltissimi errori nella produzione dei morfemi grammaticali liberi (omessi nel 62,4% dei casi e sostituiti nel 2,3%) e legati (omissioni per il 18,5% delle flessioni), ma presentava difficoltà minime nella produzione di parole «classe-aperta» (3,8% di omissioni e nessuna sostituzione). Risultati qualitativamente analoghi, pur con differenze quantitative, si osservavano nelle altre prove di produzione di frasi (scrittura, lettura ad alta voce, ripetizione, anagramma di frasi). In contrasto, ML era in grado di leggere, ripetere e scrivere senza errori parole morfologicamente complesse presentate isolatamente.

La normale conservazione della capacità di elaborare parole isolate e la selettiva compromissione dell'elaborazione di strutture frasali sono evidenti anche nelle prestazioni di un altro paziente descritto da Nespoulous. Un aspetto aneddotico del comportamento del paziente può essere sufficiente ad illustrare questo punto. Il paziente leggeva senza difficoltà tutte le parole che gli venivano presentate isolatamente (indipendentemente dalla classe grammaticale e dalla complessità della loro struttura morfologica), ma commetteva numerosi errori morfologici nella lettura di frasi (omissioni e sostituzioni di parole grammaticali, libere e legate). Tra le altre prove, il paziente è stato sottoposto ad un test di lettura"mascherata" di frasi. Ogni parola infatti compariva su una pagina diversa, ma la sequenza delle parole era tale da costituire una frase. Il paziente leggeva bene le prime parole che gli venivano presentate ma, appena si rendeva conto che le parole formavano una frase, iniziava a commettere errori, gli stessi che egli produceva nella lettura di frasi. Le prestazioni dei pazienti ora descritti dimostrano che le difficoltà nella produzione di morfemi grammaticali in contesto frasale possono derivare dall'incapacità di elaborare aspetti specificamente sintattici delle rappresentazioni frasali, che, nel modello di Garrett, sono realizzati specificamente sul livello di rappresentazione posizionale.

Va sottolineato che altre osservazioni fatte su pazienti afasici dimostrano la dissociazione opposta (conservazione delle parole classe-chiusa, con deficit delle parole classe-aperta). Debbono essere citati qui almeno due dati. I pazienti con anomia «pura» (cfr. 11.8.) conservano una normale capacità di utilizzare le parole grammaticali, ma hanno gravi difficoltà nell'accesso alle parole di classe aperta, pur essendo in grado di realizzare una corretta rappresentazione semantica della parola che non riescono a produrre. Sono stati anche descritti pazienti con gergo neologistico, che nella produzione spontanea producono stringhe di fonemi costituite da una radice neologistica e da morfemi grammaticali legati che dimostrano la conservazione dei fenomeni di accordo. Ad esempio, in una sequenza come "fegnendo la nessa", detta dal paziente per descrivere il modo in cui si fa la barba, la flessione gerundiva è usata in modo appropriato, ma la radice non appartiene alla lingua italiana, così come nel SN successivo la flessione è corretta, e con accordo fra l'articolo e il nome, ma di nuovo il morfema radicale è un pieno neologismo. Queste osservazioni sembrano dare ulteriore sostegno alla distinzione procedurale tra le due classi di parole proposta da Garrett.

Il modello di Stemberger (1982, 1985) prevede, invece, un processing di tipo interattivo, analogo a quello proposto da Marslen-Wilson per la comprensione: nel modello sono previsti due elementi fondamentali di rappresentazione, le unità (o

nodi) e i legami (o relazioni), e due fondamentali tipi di processo, l'attivazione e l'inibizione. Ogni nodo può accumulare attivazione da svariate fonti o inibizione, e parimenti rilasciare attivazione o inibizione. Tali passaggi sono resi possibili dai legami che connettono i nodi fra loro. Il processo di produzione inizia quando il parlante formula il pensiero che desidera esprimere; tale intenzione comunicativa accede a quella parte del sistema di memoria che riguarda le informazioni linguistiche e attiva un insieme esteso di unità semantiche e pragmatiche. Il modello prevede una interazione continua tra livello lessicale e livello sintattico, per cui le unità sintagmatiche selezionate possono influenzare la scelta delle parole, e viceversa la scelta di un elemento lessicale può determinare la struttura sintattica prodotta. L'elaborazione simultanea del livello sintattico e lessicale è dimostrata secondo Stemberger proprio dai quei lapsus dove la parola sostituita è obbligatoriamente della stessa classe grammaticale della parola bersaglio. Inoltre, lapsus come:

mi si è chiusa la mano nel dito / mi si è chiuso il dito della mano nella porta,

mostrano che la scelta lessicale vincola la successiva scelta di una particolare struttura sintattica, inducendo quindi un accomodamento sintattico.

11.1.3 Il modello di Levelt e di Morton per l'accesso lessicale

Per molti studiosi ciò che è inizialmente attivato dai concetti e da altre fonti di informazione costituisce solo parte di ciò che solitamente intendiamo per parola. Una parola comprende almeno quattro tipi diversi di informazione, com'è rappresentato nel modello di Levelt (1989). Si suppone che le informazioni legate al significato di una parola e all'informazione sintattica ad esso associata siano separabili dalle altre; insieme, questi due tipi di informazione costituiscono il lemma. Tuttavia c'è bisogno
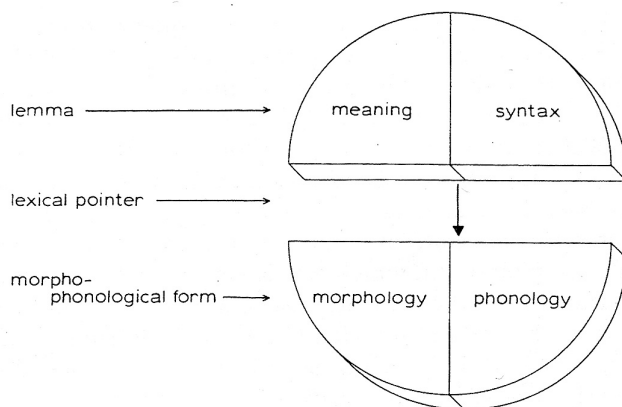
Fig. 35 Il modello di Levelt di voce lessicale
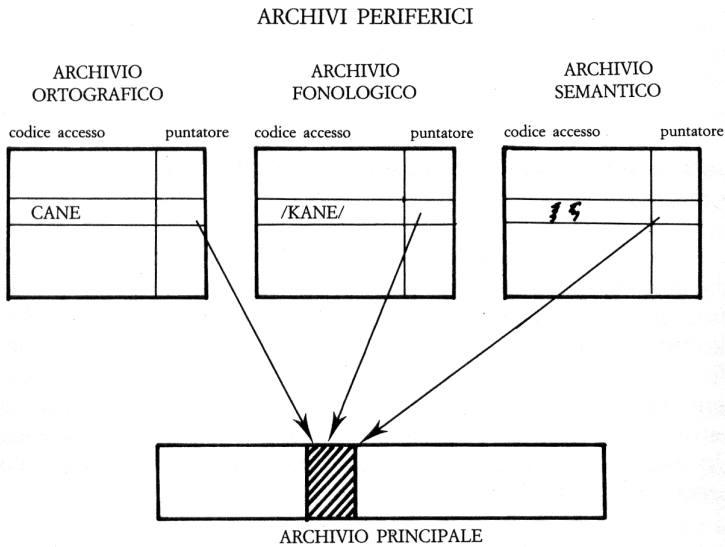
Fig. 36 Il sistema logogen di Morton

di una struttura di accesso lessicale così articolata perché non tutti i concetti sono correlati a parole singole, e nemmeno tutte le parole singole corrispondono a concetti semplici; in particolare è importante considerare non solo le parole singole, ma anche le parole flesse e derivate, in ragione del fatto che determinati concetti sono espressi e realizzati dalla struttura morfologica che costituisce i processi di formazione di parola.

Diversi modelli sono stati proposti per rendere conto di come avviene la selezione della parola: uno dei modelli più citati è quello di Morton (1969, 1979), modello ad accesso diretto in quanto le locazioni della memoria non vengono recuperate in seguito ad una ricerca nella memoria lessicale o nell'archivio periferico (vedi a questo proposito il modello di Forster) ma vengono attivate. La caratteristica fondamentale è il sistema dei *logogen*, o rilevatore come propone Job, la cui funzione è analizzare le parole presentate. Esso può essere definito come un meccanismo che accumula evidenza percettiva sulla parola presentata; ogni parola ha un logogen che viene attivato qualora una quantità sufficiente di informazione sia stata raccolta e sia stata raggiunta una determinata soglia. Per esempio, il logogen corrispondente alla parola cane avrà la soglia raggiunta dal concetto CANE, la categoria sintattica nome, ecc. In base a questa teoria, si possono fare previsioni quali: le parole più frequenti sono più facilmente attivate. Tutto questo mostra come possa essere complesso il processo legato all'accesso ai lemmi, eppure è veloce, e rari sono gli errori che il parlante compie. Tutti i modelli, comunque, prevedono la presenza di un lessico mentale quantomeno in parallelo.

11.2. Modelli di riconoscimento di parola singola nell'adulto/a

Il modello interattivo di Marslen-Wilson e Tyler (1980) prevede che quando sentiamo una frase ne analizziamo fin dall'inizio e parallelamente l'aspetto semantico, lessicale, sintattico e fonologico, anche se temporalmente l'analisi fonologica ha una priorità. Ogni livello interagisce con gli altri, contribuendo a creare ipotesi interpretative in base alle informazioni che il soggetto ha fino ad allora a disposizione. Si tratta, dunque, di un modello in cui i diversi aspetti del linguaggio cooperano, e così facendo facilitano la comprensione di un enunciato. Il modello si basa in modo consistente sui processi dall'alto, in quanto le aspettative create dal contesto linguistico ed extralinguistico facilitano l'analisi del materiale che viene via via elaborato.

Non possiamo tuttavia negare che nel processare una frase, spesso dobbiamo ritornare indietro quando ci rendiamo conto di una incongruenza, come ad es. nella frase "Il giocatore mosse le pedine senza fretta guarda l'avversario". Si tratta del fenomeno detto garden-path, o vicolo cieco, cioè la prima rappresentazione assegnata alla frase, che prevede un'interpretazione della parola "mosse" come terza persona singolare del passato del verbo, deve essere abbandonata e rivista non appena viene percepito il
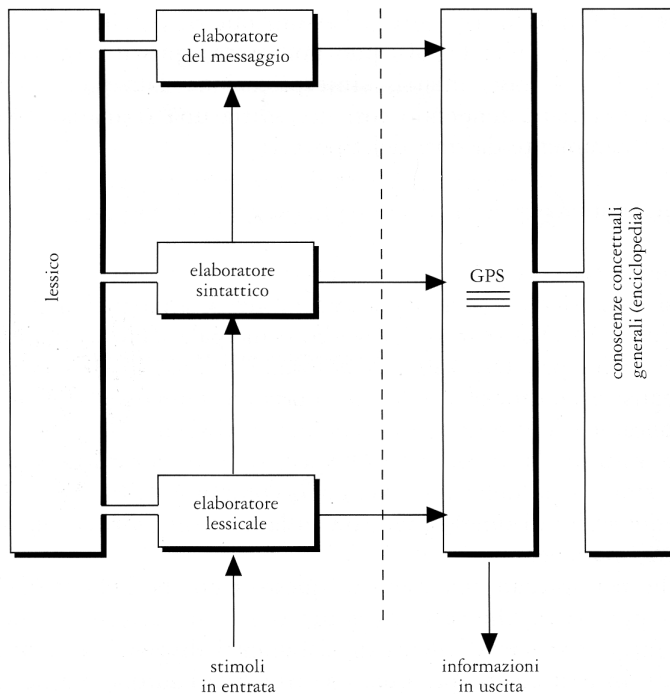
Fig. 37 Il modello di comprensione frasale di Forster

termine “guarda”. Quest’ultimo, infatti, è il verbo principale, e dunque occorre ritornare su “mosse” per attribuirgli un’altra interpretazione, quella di participio passato del verbo. Questo processo di rianalisi mostrerebbe che, diversamente da quanto assunto da Marslen-Wilson e Tyler, nell’analisi iniziale non tutte le possibili strutture sintattiche della frase verrebbero computate in parallelo, perché altrimenti sarebbe possibile scegliere subito quella più adeguata rispetto alle informazioni semantiche e pragmatiche.

Per questo Forster (1979) propone un modello secondo il quale quando sentiamo una frase la segmentiamo in unità che sono significative a livello della struttura grammaticale profonda, analizziamo le relazioni sintattiche che si instaurano fra le diverse unità e poi diamo un’interpretazione semantica globale. Il sistema linguistico consiste di tre elaboratori – lessicale, sintattico e del messaggio – che hanno accesso da un lato al lessico mentale e dall’altro al sistema generale di elaborazione delle informazioni (GPS).

I tre processori entrano in opera in modo programmato: prima quello lessicale, poi quello sintattico, infine quello del messaggio. Il GPS, è diverso in quanto è più flessibile, non è esclusivamente linguistico ed è in contatto col sistema di memoria generale che contiene le conoscenze e le credenze del soggetto. La frase ascoltata (o letta) viene segmentata in parole e per ognuna si ha una ricerca nel lessico mentale; non appena le voci lessicali sono state identificate, vengono passate all’elaboratore sintattico che ne estrae l’informazione necessaria per assegnare una struttura sintattica alla frase. Il risultato di questo livello costituisce l’input per l’elaboratore del messaggio che ha la funzione di identificare i referenti delle espressioni, di fare inferenze, risolvere ambiguità e, in generale, di fornire un’interpretazione semantica.

Possiamo chiederci come avviene l’attribuzione di una struttura sintattica, proprio tenendo conto del fenomeno del garden path. Secondo Frazier (1987), la strategia ottimale adottata dall’elaboratore sintattico nel caso di ambiguità strutturali è quella di iniziare una segmentazione e mantenere l’interpretazione adeguata a essa, finché non giungano informazioni contrastanti. Secondo alcune teorie, la preferenza iniziale dell’elaboratore è basata su strategie dettate dalla descrizione strutturale in corso. Le principali sono:

a) *late closure*, quando è possibile attacca il materiale in arrivo al sintagma o alla proposizione che è attualmente in corso di segmentazione;
b) *minimal attachment*, attacca il materiale in arrivo al costituente in via di elaborazione usando il numero minore possibile di nodi.

Nella frase “la spia vide il poliziotto con il cannocchiale” il principio agisce automaticamente per collocare il SP in dipendenza diretta da SV. Invece nella frase “la spia vide il poliziotto con la rivoltella”, il principio dell’attacco minimo non agisce perché le conoscenze pragmatiche fanno propendere per attribuire una struttura in cui il SP dipende dal SN “il poliziotto” e non direttamente da SV. Pertanto, influenze di tipo lessicale, legate alle caratteristiche semantiche e tematiche del verbo, possono influire altrettanto che i principi strutturali astratti succitati, come in frasi del tipo “Francesco ha mangiato la pizza con i peperoni” dove non accade che il SP possa essere anche per un attimo interpretato come potenziale strumentale in dipendenza diretta da SV.

11.3. Accesso alle rappresentazioni lessicali fonologiche

Passando a considerare l'attivazione della forma fonologica della parola, consideriamo:

1. qual è la forma di una parola cui il parlante ha accesso nel suo vocabolario mentale?
2. quali stadi deve attraversare quella forma, se li deve attraversare, prima che i suoni siano effettivamente pronunciati. Correlatamene, si chiede se la forma della parola nella produzione è la stessa attivata durante la comprensione uditiva, vale a dire ci sono due lessici fonologici, uno per l'output ed uno per l'input o solo uno?

La risposta alla prima questione è che vi è un'informazione fonologica minima che deve essere specificata lessicalmente, ed è quella che consente al parlante di assegnare la struttura superficiale a ciascuno dei segmenti della parola in ogni contesto di discorso. Prove al riguardo vengono dai lapsus che compaiono naturalmente nel corso della normale enunciazione, in particolare dai lapsus che evidenziano come, nella errata selezione della parola bersaglio, siano in gioco informazioni che includono la specificazione del primo e dell'ultimo fonema, il numero di sillabe nella parola, la posizione delle sillabe accentate.

Interessanti indicazioni in questo senso vengono dai malapropismi: l'errore è una parola reale, l'errore ed il bersaglio sono irrelati semanticamente, ma sono strettamente relati nella pronuncia; essi, pertanto, riflettono un processo di fallita selezione di una parola basata sulla similarità fonologica tra parola pronunciata e parola bersaglio; infatti vi è una coincidenza categoriale nel 99% dei casi, lo stesso numero di sillabe nell'87% dei casi, ed il contorno accentuale nel 98%, inoltre tendono a condividere i primi fonemi

ma vuoi proprio la perfezione→*ma vuoi proprio la percezione*
Anna balla la tarantella→*Anna balla la tintarella*
era un esperto economista→*era un esperto ecologista*
mia cugina→*mia cucina (ero in cucina)*

Alcuni malapropismi sono particolari poiché la parola sostituente è attinente alla sfera sessuale:

la Visa ha una forma proprio anticonvenzionale→*la Visa ha una forma proprio anticoncezionale*
spostati da davanti il televisore→*spogliati...*
Delle Alpi è diventato un vulcano in eruzione→*il Delle Alpi è diventato un vulcano in erezione*
TV sorrisi e canzoni→*TV sorrisi e cazzoni*

L'informazione sui primi fonemi della parola, il numero delle sillabe, e la collocazione della sillaba accentata sia nei lapsus che nei malapropismi indica che questa informazione è attivata come un'unità ad un singolo stadio del processing, vale a dire quando è avviato l'inizio dell'attivazione e dunque i tratti fonologici successivi non sono ancora disponibili. È ovvio che questa informazione non è sufficiente per l'entrata lessicale, essa è attivata in un diverso punto o in un diverso modo, rispetto alle altre informazioni che devono essere specificate. Anche i lapsus fonologici danno evidenza

al fonema come una unità di pianificazione/progettazione del parlato:

metatesi:	*una pacca vezzata (una vacca pezzata)*
	mere e pele
	due latri di litte (due litri di latte)
perseverazione:	*c'è una tavola talda*
	traumi craunici
anticipazione:	*una tezza di tè*.

Da questi dati possiamo arguire che differenti aspetti della forma fonologica sono computati a differenti livelli di processing.

Levelt sviluppa l'idea che i differenti aspetti della rappresentazione fonologica di una parola divengano disponibili sequenzialmente ed ha sviluppato un modello in cui l'informazione fonologica lessicale è messa a punto in tre stadi:

- il primo è lo stadio che converte il lemma nelle rappresentazioni della struttura morfologica e metrica (sillaba) della parola;
- il secondo stadio (spellout segmentale) aggiunge l'informazione che riguarda i costituenti sillabici (attacco, rima, nucleo e coda) ed i segmenti interni a ciascun costituente sillabico;
- lo stadio finale (spellout fonetico) realizza i piani fonetici che specificano i movimenti articolatori.

Sul terzo livello, se faccia parte dell'attivazione della rappresentazione fonologica lessicale o del processo successivo, ci sono opinioni diverse, quello comunque che è importante notare è che la produzione della forma fonologica della parola è intesa come implicante una sequenza di operazioni che si applicano su varie strutture fonologiche – segmenti, componenti sillabici, sillabe – e gli errori investono ciascuna di queste operazioni. Come sono di fatto attivate queste rappresentazioni fonologiche? Sono stati proposti due tipi di modelli fondamentalmente: uno implica una serie di produzioni (Newell e Simon 1972), in cui una posizione in una struttura è riempita con una rappresentazione, e questa attiva una procedura che rimpiazza o aggiunge nuova informazione alla struttura stessa; per es. un intorno sintattico in una frase può specificare che è richiesto un verbo e il contorno semantico può specificare che il verbo dovrebbe riferirsi all'atto di mangiare; la procedura elicitata da questo intorno riempito comincerebbe ad attivare la forma della parola "mangiando" cominciando con lo spellout metrico/morfologico. Il secondo tipo di modello postula l'esistenza di unità con certi tratti che si applicano su specificazioni di input. Queste unità hanno soglie, sono attivate da tratti appropriati nell'input, e si accendono quando sono attivate oltre una certa soglia, per es. la voce lessicale è specificata come verbo, avente il significato di ingerire per nutrimento, e con aspetto progressivo, quando questi tratti sono presenti nella rappresentazione mentale di una frase, essi attivano tutti insieme "mangiando" che quindi si manifesta. La teoria di Morton e altre teorie ad attivazione *spreading* sono di questo tipo.

La principale differenza tra queste due teorie è che le teorie ad attivazione spreading implicano che molte parole differenti sono compatibili con l'informazione in un sito, mentre le teorie di tipo procedurale tendono all'attivazione di una singola parola
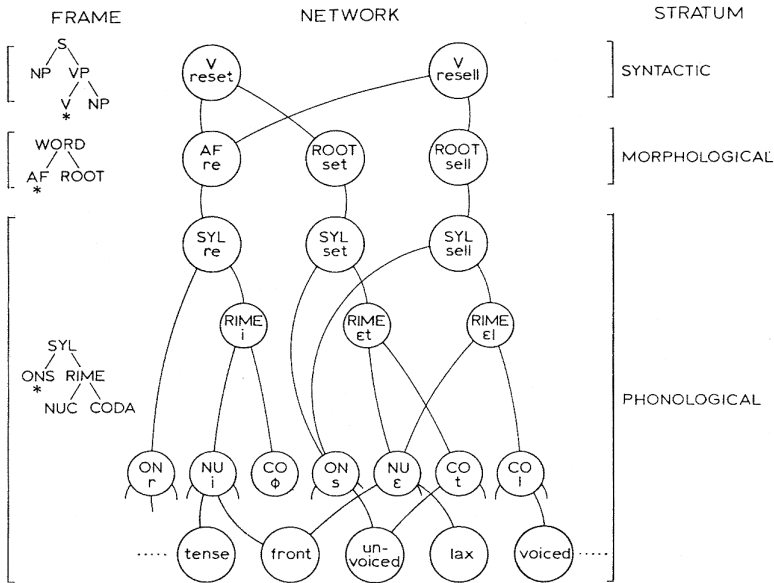
Fig. 38 Produzione della parola "reset"

per sito. Le teorie spreading tendono ad essere meno sequenziali e meno specifiche delle teorie su base procedurale.

La risposta alla seconda questione parte dal considerare se ci sia un solo lessico fonologico per la processazione di input e output o due lessici distinti. Le considerazioni a favore di un solo lessico sono sia di natura generale – meno spazio nel cervello, facilitano compiti come la ripetizione e forse anche l'apprendimento linguistico – sia clinico in quanto pazienti presentano disturbi in entrambi i lati del processing fonologico. Tuttavia vi sono pazienti che presentano parafasie semantiche nella ripetizione (es. Eisenhower → Krushchef) e non sono in grado di ripetere le non parole. Questa situazione indica che la ripetizione in questi pazienti non può procedere per una via non semantica, ma richiede l'attivazione di rappresentazioni semantiche (che danno luogo a parole relate per via associativa e semantica nell'output); poiché comprensione e nominazione funzionano meglio della ripetizione, il disturbo non può essere collocato nel lessico o di input o di output ma nella connessione tra i due. Ne segue che se c'è un disturbo nella connessione tra un lessico fonologico di input ed uno di output, i due allora dovrebbero esistere.

Certo, produrre una parola in isolamento è diverso dal produrla in un contesto di discorso, basti pensare ai classici casi di frasi in cui le stesse parole possono ricevere descrizioni strutturali diverse. Di fatto, ciò che influisce è il fatto che le parole devono essere inserite in strutture sintattiche e intonative in contesto. Naturalmente influiscono anche fattori fonologici sopralessicali (vedi contorno intonativo); come fa notare Liberman, sullo stesso tratto vocalico insistono strutture sia lessicali che sopralessicali

(vedi fenomeni di cliticizzazione, riduzione di segmenti). Due meccanismi di base sono stati proposti per l'attivazione della parola in contesto. Il modello procedurale sostituisce una rappresentazione con un'altra, il modello ad attivazione spreading ha questo stesso effetto, ma lo ottiene passando dall'item ai suoi costituenti, cioè attiva più rappresentazioni perché procede verso l'alto e poi verso il basso via via che l'attivazione di porzioni fonologiche fa collegare a nodi che poi inibiscono gli altri nodi lateralmente entro lo stesso livello. Ad esempio nella figura 38, dall'iniziale sillaba "re", si porcede verso parole che iniziano con questa sillaba, come ad es. "resell", e quindi verso il basso di nuovo verso i suoni della parola bersaglio "reset".

Questo modello non è in conflitto con il modello procedurale e consente di rendere conto sia di errori del parlato, sia di produzioni afasiche. Il modello ad attivazione spreading arricchisce il precedente modello aggiungendo feedback dai successivi ai precedenti livelli di attivazione e inibizione laterale di items su ciascun livello del processing. Per Caplan, entrambi i modelli danno risposte alla questione posta, cioè a quali tipi di rappresentazioni sono attivate e qual è il flusso dal basso di tale attivazione.

11.4. Articolazione

Lo stadio finale della produzione di parole è costituito dal movimento effettivo degli organi coinvolti nella produzione dei suoni linguistici (cfr. 2.1., 2.2.). Il sistema articolatorio possiede due caratteristiche principali:

- ha una capacità di movimento tale che le transizioni tra i gesti articolatori non sono nette;
- è capace di assumere rapidamente posizioni differenti per compiere i gesti articolatori necessari a produrre i suoni linguistici.

La prima caratteristica ci riporta chiaramente al fenomeno della coarticolazione, già illustrato, rilevante anche per integrare l'informazione fonologica lessicale e sovralessicale entro un singolo gesto articolatorio. La seconda caratteristica consente al sistema di aggiustarsi per ragioni sia interne sia esterne, ad esempio se siamo costretti, durante una visita medica, a rispondere tenendo in bocca un termometro. Le strutture neurali che controllano il sistema devono, pertanto, ricevere questi tipi di informazione – lessicale e sovralessicale – inerenti le strutture fonologiche che devono essere realizzate fisicamente in un enunciato. Secondo Levelt, tale informazione è codificata su base sillabica, ove i segmenti fonetici sono rappresentati come allofoni, e sostiene questa proposta sulla base du due dati. In primo luogo la variazione allofonica è determinata in gran parte dalla posizione del fonema entro la sillaba, pertanto quest'ultima deve essere la base di codificazione dell'informazione pertinente. In secondo luogo, gli articolatori per vocali e consonanti tendono a diversificarsi considerevolmente (cfr. 2.1. e 3.1.) – le consonanti richiedono articolatori ulteriori rispetto alla lingua e per la lingua in particolare sono interessati i muscoli intrinseci, le vocali dipendono soprattutto dalla posizione della lingua entro la cavità orale e dunque sono interessati i muscoli estrinseci – di conseguenza è plausibile che tali articolatori possano essere

programmati adeguatamente sul dominio sillabico al fine di produrre le strutture fonologiche rispettivamente pertinenti.

11.5. Processing acustico-fonetico e disturbi di accesso lessicale e comprensione

Nel chiederci qual è il rapporto fra disturbo che colpisce la capacità di analisi dell'onda acustica nei termini degli elementi fonologici – tratti, fonemi, allofoni, sillabe, e possibilmente altre strutture – e la capacità di riconoscere le parole, iniziamo col considerare i diversi tipi di disturbo del processing acustico-fonetico.

Alcuni pazienti, in genere con lesioni nell'area temporale, mostrano anormale percezione dell'ordine temporale e discriminazione dell'intensita/altezza, altri perdita di acuità per i toni puri e discriminazione di altezza /intensità disturbata unilateralmente, a fronte di una percezione temporale regolare, altri invece presentano danni proprio nella discriminazione temporale, in quanto mostrano fenomeni di fusione tra suoni entro certi intervalli temporali, altri infine non percepiscono differenze di ritmo.

Alcuni pazienti, intervistati, dichiaravano che potevano udire le parole, ma non le capivano. All'audiometria, alcuni pazienti rivelavano problemi severi nella comprensione uditiva, che in genere miglioravano presentando il materiale a velocità più lenta. Infatti una questione messa a fuoco nella ricerca più recente è la relazione tra la velocità con cui il parlato si presenta e l'abilità del paziente a capire gli enunciati. Tallal in particolare ha sviluppato una serie di studi dai quali emerge che allungando le transizioni delle formanti nelle consonanti occlusive migliorava l'abilità del paziente a identificare le sillabe /ba/ e /da/ (Tallal e Newcombe 1978; Tallal et al. 1989; Tallal 2000). I pazienti che erano incapaci di identificare tali sillabe con durate normali delle transizioni erano anche condizionati negativamente da intervalli brevi interstimoli tra due toni in un'altra prova. Di conseguenza il fatto che aumentare la durata delle transizioni delle formanti e rallentare la velocità del parlato poteva migliorare la comprensione in alcuni pazienti portava a ritenere che il problema, in tali casi clinici, consistesse nella incapacità a processare il segnale acustico alla velocità normale.

Occorre anche dire che dagli studi di Blumstein et al. (1985) risultava che pazienti con afasia di Wernicke miglioravano la comprensione di una frase di tipo reversibile semanticamente (es. "Il ragazzo spingeva la ragazza che toccava la donna") con pause inserite fra morfemi ma non fra sillabe. Di conseguenza non è ancora del tutto chiaro il rapporto fra limiti nel processare il parlato alla velocità normale e disturbi nella comprensione.

La relazione tra abilità ad analizzare l'onda acustica e accesso al lessico può essere diversamente articolata. L'accesso può essere totalmente impedito, o inefficentemente eseguito, con ovvi effetti sulla capacità di comprensione; tuttavia gli effetti possono essere molto sottili perché la parola in contesto può essere anche identificata e capita al di là di disturbi di tipo acustico-fonetico. Se il riconoscimento lessicale è rallentato e l'informazione semantica e sintattica associata alla parola non è resa disponibile al sistema di processing linguistico deputato alla costruzione della struttura della frase,

allora questi processi possono trascinarsi dietro il segnale in entrata e operare poveramente.

Per alcuni studiosi (Caramazza et al. 1983, ad es.), l'effetto del disturbo acustico-fonetico è appunto un disturbo nella comprensione uditiva della parola, ma non tutti gli studiosi sono concordi su questo punto. Ad es. Blumestein et al. (1977) trovò nel gruppo di 16 pazienti studiati una correlazione tra i risultati di discriminazione fonetica e i risultati di comprensione, ed un'ulteriore correlazione tra i risultati di discriminazione dell'ordine dei fonemi e discriminazione sillabica con le misure di comprensione uditiva. Però, quando dal gruppo furono separati i pazienti di Broca, che mostravano una buona correlazione tra i compiti di discriminazione e di comprensione, non fu rinvenuta alcuna correlazione interessante tra i due compiti. Dunque, i pazienti afasici anteriori misti mostravano una relazione casuale tra discriminazione fonetica e comprensione. Anche gli studi di Miceli su pazienti italiani mostavano una correlazione debole tra le due abilità.

11.6. Le afasie

Prima di addentrarci nella storia e nella classificazioni del disturbo afasico cerchiamo di fare brevemente chiarezza sul termine di afasia. L'afasia è un disturbo della comunicazione verbale che consegue ad una lesione acquisita del cervello e interessa una o più componenti del complesso processo di comprensione e produzione dei messaggi verbali. La lesione può insorgere improvvisamente (per lesione traumatica o vascolare) o in maniera lenta e progressiva (per lesioni neoplastiche o degenerative) e colpisce quei soggetti che avevano acquisito una competenza linguistica e comunicativa adeguata alla loro età e al loro ambiente socio-culturale. La lesione è di tipo cerebrale e colpisce quasi sempre l'emisfero sinistro, in particolare le regioni perisilviane; oggi si parla anche di afasie progressive primarie in relazione ad una forma di afasia degenerativa. L'afasia interessa i processi centrali di elaborazione linguistica e lascia integri i processi periferici (articolatori, fonatori e percettivi) e i sistemi di controllo e di pensiero:

- non si tratta quindi di un disturbo di articolazione della parola, in quanto la mancata coordinazione o la paralisi della muscolatura articolatoria impediscono una buona realizzazione dei fonemi ma non compromettono la programmazione di un messaggio cerebrale corretto sintatticamente, nella scelta lessicale e nella seriazione fonemica;
- non è un disturbo di fonazione, in quanto i pazienti con patologie a carico dell'apparato fonatorio conservano integra la capacità di comprendere i messaggi uditi e letti e di comunicare mediante la scrittura;
- non consegue a disturbi di coscienza, in quanto i pazienti in stato confusionale posso presentare disturbi in comprensione uditiva e una produzione verbale patologica caratterizzata da sostituzioni lessicali e neologismi ma questi pazienti hanno, a differenza degli afasici, dei problemi a carico dei processi di pensiero e di controllo e non attivano alcuna strategia comunicativa.

Attualmente il primo passo verso una diagnosi clinica consiste nel determinare se l'eloquio del paziente è fluente o non fluente, considerando come criteri la linea melodica, la lunghezza delle frasi, l'agibilità articolatoria, la forma grammaticale, la presenza di parafasie[32] e di anomie[33] e la comprensione orale.

Miceli et al. nella presentazione della Batteria per l'Analisi dei Deficit Afasici B.A.D.A. sostengono che «le categorie afasiche tradizionali hanno svolto un ruolo storico importante nell'evoluzione della neuropsicologia, ma i recenti sviluppi teorici della disciplina ne hanno chiarito i limiti. Esse denotano insiemi di sintomi che con una certa frequenza sono presenti contemporaneamente nello stesso paziente, ma non hanno utilità né sul piano teorico, né su quello clinico (diagnostico e rieducativo). L'inutilità teorica e diagnostica deriva dal fatto che queste sindromi cliniche non permettono di identificare la lesione cognitiva nei pazienti esaminati» (1994: 21). A partire dalla metà degli anni '60 si è cominciato a proporre delle classificazioni del deficit afasico sulla base di caratteristiche oggettive comuni ai pazienti, lasciando da parte gli schemi e le teorie. Secondo Goodglass et al. (1964) le principali forme afasiche sono riconducibili a due grandi categorie:

- *afasia fluente*: caratterizzata dalla mancanza di disturbi articolatori, prosodia ben conservata, logorrea, lunghezza degli enunciati e complessità sintattica nella normalità, alta incidenza di parafasie verbali e/o fonetiche e di neologismi che rendono l'eloquio del paziente scarsamente intelligibile;
- *afasia non-fluente*: caratterizzata da disturbi articolatori, disprosodia[34], tendenza alla formazione di frasi molto brevi di tipo telegrafico, agrammatismo rappresentato da mancanza di funtori grammaticali e da verbi non coniugati o coniugati solo al participio passato.

La tendenza della clinica/riabilitazione è quella di considerare la classificazione classica solo come indicazione generale dello stato del paziente in quanto le macro-etichette afasia di Broca o afasia di Wernicke raggruppano assieme pazienti con capacità linguistiche disomogenee.

Un buon inquadramento del paziente afasico si può effettuare solo tramite una serie di prove strettamente linguistiche che, oltre ad una prima classificazione in disturbo di tipo fluente/non-fluente, ci dia delle precise indicazioni sugli aspetti della comunicazione più compromessi. Per fare questo, così come indica il B.A.D.A., le prove alle quali dovremmo sottoporre il paziente devono analizzare:

[32] Le parafasie possono essere di tipi diversi:

Fonemica – il termine indica la sostituzione, omissione, trasposizione o aggiunta di un suono di una parola con conseguente modificazione della forma fonemica di essa;

Semantica – il termine indica sostituzione di una parola con un'altra che pur appartenendo al lessico non è adeguata ad esprimere il significato voluto, sebbene conservi una relazione semantica con la parola bersaglio;

Verbale – il termine indica il fenomeno descritto per la parafasia semantica, con la differenza che si tratta di sostituzione tra elementi lessicali non correlati.

[33] Il termine indica la rievocazione ritardata o mancata di una parola per designare un oggetto, un'attività o una qualità. In sostituzione della parola bersaglio vengono in genere prodotte circonlocuzioni, elementi passe-partout o privi di contenuto informativo.

[34] Il termine indica un'anomalia del ritmo articolatorio e dell'accentazione sia a livello di parola sia di frase.

- il funzionamento della fonologia e dell'ortografia sub-lessicale: ovvero prove che testano la capacità di elaborare quelle unità linguistiche più piccole delle parole e dei morfemi;
- il funzionamento del sistema semantico-lessicale: per testare la capacità di elaborare gli aspetti formali o meglio lessicali e quelli semantici delle parole e dei morfemi;
- il funzionamento del livello sintattico: che va ad analizzare la capacità di processare i vari aspetti della struttura della frase;
- il funzionamento della memoria per il materiale verbale: che va ad individuare la capacità di tenere in memoria e riprodurre sia serie di parole che di non-parole.

Solo in questo modo avremmo un quadro generale della capacità comunicativa del paziente afasico e la possibilità di inquadrare dove si collocano le prestazioni più deficitarie ma allo stesso tempo quali sono anche le capacità meno compromesse.

11.6.1 I modelli interpretativi e classificazione classica

Come abbiamo già accennato in 9.2., Wernicke fu il primo a proporre un modello di funzionamento cerebrale in grado di ipotizzare la distribuzione delle aree deputate al linguaggio e il loro funzionamento. Wernicke, infatti, sommò i suoi dati a quelli di Broca sviluppando una teoria secondo la quale, le strutture deputate al linguaggio si trovano nel lobo cerebrale sinistro a livello delle aree perisilviane e sono costituite da un centro frontale verbo-motore (Area di Broca) e uno temporale uditivo-verbale (Area di Wernicke) che sono collegati da dei fasci di fibre (il fascicolo arcuato).

Wernicke separava nettamente il linguaggio dal pensiero, basandosi su osservazioni del tipo: i sordomuti pensano, ma non parlano, mentre, nelle prime fasi di sviluppo del linguaggio i bambini sono in grado di ripetere le parole senza conoscerne il significato, quindi, sosteneva Wernicke, le due funzioni sono separate. Secondo Wernicke le forme cliniche di afasia erano provocate da lesioni che distruggevano selettivamente le parti di questo sistema che possiamo definire audio-fonatorio. Come possiamo capire, l'intuizione di Wernicke si rivelò geniale, ma allo stesso tempo attirò molte critiche per la sua ingenua semplicità. Il modello doveva non solo includere i centri deputati alle immagini motorie e uditive delle parole, ma anche quelli deputati alle idee, ai sentimenti che trasmettiamo con il linguaggio. Inoltre, il modello non era esaustivo rispetto ai tipi di deficit linguistici che si osservano nelle persone afasiche. Pertanto Lichtheim (1885) trasformò il modello di Wernicke in uno schema più complesso, comprendente anche una componente semantico-concettuale. Si tratta di un modello su due piani: uno superiore (C) rappresentato da delle aree cerebrali non specificate per l'elaborazione dei concetti ed uno inferiore in cui si situano le componenti senso-motorie del linguaggio (B) area di Broca e (W) area di Wernicke.

Inoltre in questo schema i tre centri si collegano tramite dei fasci di fibre, che al pari dei centri C, B e W possono subire delle lesioni e provocare specifici deficit linguistici.
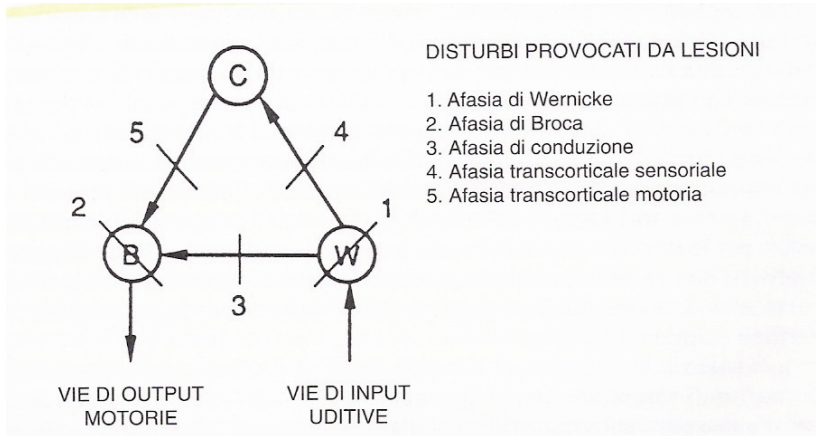
Fig.39 Il modello di Lichtheim (D'Alfonso et al. 1999)

Il modello di Lichtheim è per molti aspetti ancora attuale, dato che costituisce lo schema di riferimento di molti dei sistemi di classificazione delle sindromi afasiche, come per esempio l'AAT (Aachener Aphasia Test) o il Boston Diagnostic Aphasia Battery. In seguito alle critiche di Lichtheim e alla presentazione del suo schema, Wernicke espresse una seconda concettualizzazione che in sostanza si allineo allo schema proposto dal collega.

In quest'ottica le afasie previste da Wernicke sulla base di tale schema divennero sette:

1. *afasia sub-corticale sensoriale o sordità verbale pura*: causata dalla lesione del collegamento tra aree uditive primarie e area di Wernicke. Le prestazioni del paziente sono caratterizzate da una compromissione di tutte le prestazioni linguistiche che coinvolgono la parete lesa, quindi: la comprensione uditivo-verbale, la ripetizione e la scrittura sotto dettatura; sono conservati, invece: l'eloquio e la scrittura spontanea, la lettura ad alta voce, la copia e la comprensione della lettura;
2. *afasia corticale sensoriale o afasia di Wernicke*: causata dalla lesione del centro uditivo-verbale o area di Wernicke. Le prestazioni del paziente sono caratterizzate da una compromissione della comprensione uditivo-verbale e della ripetizione. Inoltre, dato che tale modello non include una via diretta dalle aree visive al centro dei concetti, in caso di compromissione dell'area di Wernicke si ha anche una compromissione della lettura;
3. *afasia di conduzione*: causata da una lesione del fascicolo arcuato compromette le operazioni di ripetizione;
4. *afasia transcorticale sensoriale*: causata da una lesione alle fibre di connessione tra l'area di Wernicke e il centro dei concetti. Risultano compromesse la comprensione uditivo-verbale e quella della lettura, mentre è salva la ripetizione. L'eloquio spontaneo, così come la scrittura sono integri ma si manifestano parafasici, dato che la compromissione della comprensione impedisce al paziente di controllare la sua produzione verbale;

5. *afasia transcorticale motoria*: causata da una lesione alle fibre di connessione tra l'area di Broca e il centro dei concetti. Speculare alla precedente la compromissione riguarda la produzione orale e scritta. Risultano invece integre la comprensione uditivo-verbale, la ripetizione e tutte le forme di transcodifica;
6. *afasia corticale motoria o di Broca*: è causata da una lesione dell'area di Broca e chiaramente ne risulta compromessa la produzione, cfr. 9.2. (descrizione caso Tan);
7. *afasia subcorticale motoria*: causata da una lesione al collegamento tra area di Broca e nuclei dei nervi cranici che permettono la realizzazione articolatoria del linguaggio; ne risulterebbe compromesso l'eloquio spontaneo a fronte di una conservazione della scrittura, in quanto secondo lo schema in figura 40 sarebbe salvo il centro delle immagini motorie delle parole nel quale si conservano le immagini motorie delle parole.

Anche questa revisione dello schema iniziale suscitò delle critiche; in particolare esisteva la cosiddetta scuola noetica che era in netto dissenso con la scuola associazionista di Broca, Wernicke e Lichtheim. Sostanzialmente lo scontro avveniva sulla classificazione afasica. Mentre, come abbiamo appena visto la corrente neurologica tendeva a suddividere il disturbo in forme qualitativamente diverse di afasia, la scuola noetica sosteneva che l'afasia si manifestava in un'unica forma in quanto colpiva la funzione linguistica che per sua natura è unica. L'unica distinzione che questi psicologi sostenevano era una possibile classificazione quantitativa, per gravità di disturbo, o comunque giustificavano le diverse manifestazioni afasiche sostenendo che in tali casi l'afasia si sovrapponeva ad altro disturbo. Tanto che uno dei maggiori esponenti di tale corrente, Pierre Marie, sosteneva l'esistenza di una sola vera afasia quella di Wernicke, distinguendola dall'anartria – un disturbo meccanico dell'articolazione – disturbo che, secondo lo psicologo, raramente si presentava isolato. Pertanto Marie
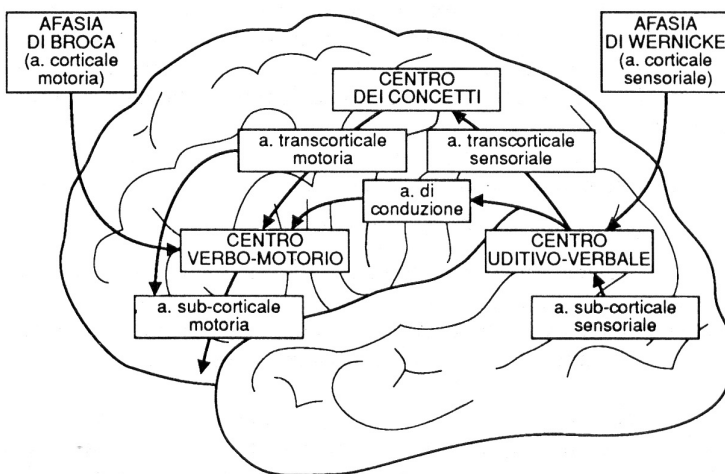
Fig. 40 Forme afasiche secondo lo schema di Lichtheim (Denes e Pizzamiglio 1996)

(1906) sosteneva che l'afasia di Broca non era altro che un'afasia di Wernicke sommata ad anartria. Ovviamente, già negli anni sessanta questa scuola unicista si esaurì, per lasciare strada alla concezione neo-associazionista di Geschwind.

Geschwind ripropone i modelli associazionisitici con una importantissima innovazione: pone al centro del suo modello le basi anatomiche dell'attività di denominazione. Dato che, proprio la difficoltà interpretativa dei disturbi di denominazione rappresentava il limite maggiore del modello classico associazionistico, Geschwind sostenne che l'essere umano è in grado di acquisire dei concetti grazie al fatto che tramite il giro angolare è possibile mettere insieme le varie esperienze sensoriali vissute con quel determinato oggetto. Solo dopo aver acquisito tale concetto è possibile associargli un'etichetta verbale. Per esempio: una *pesca* si può guardare, toccare annusare, assaporare, in un secondo momento la sola vista della pesca evocherà contemporaneamente tutte le altre esperienze che unendosi nel giro angolare formeranno il concetto di PESCA. Da un punto di vista neuro-anatomico Geschwind sottolinea come in tutte le specie sub-umane le associazioni inter-modali avvengono direttamente tramite il sistema limbico nel quale convergono le afferenze delle varie modalità sensoriali. Nell'uomo invece lo sviluppo delle aree associative temporo-parieto-occipitali permette l'afflusso delle informazioni sensoriali alle aree corticali non limbiche. La zona di convergenza che Geschwind individua è il giro-angolare che considera come «l'area associativa delle aree associative». Pertanto distingue due diversi tipi di anomia di origine afasica: l'anomia classica e l'anomia da disconnessione.

Nell'*anomia classica* il disturbo si circoscrive alla produzione orale e scritta senza che la comprensione sia alterata. In produzione la difficoltà di richiamo di una parola è presente sia nel linguaggio spontaneo che nei compiti di denominazione e si nota maggiormente per i nomi concreti, ma anche nell'evocazione della parole astratte degli aggettivi e dei verbi. Gli errori si classificano come parafasie verbali, neologismi, parafasie fonetiche o altro. I funtori grammaticali sono generalmente conservati e questo si spiega per il fatto che la loro evocazione – a differenza di quella degli elementi di classe aperta – non dipende da attributi sensoriali e quindi non si collocano nel giro angolare.

L'*anomia da disconnessione*, invece, si presenta solo in compiti di denominazione ma non nell'eloquio spontaneo e si circoscrive ad una categoria semantica. Non si riscontrano errori del tipo parafasie verbali o neologismi; il disturbo si evidenzia anche in compiti di indicazione. Geschwind sostiene che sia causata da una lesione a livello di giro angolare che consiste in una separazione tra questo e la possibilità di ricevere input da una specifica modalità sensoriale. Ritiene inoltre che questo tipo di anomia abbia un'origine di tipo afasico e non percettiva in quanto i pazienti possono identificare gli oggetti che devono denominare ma non sono in grado di associare lo stimolo che percepiscono correttamente alla sua etichetta verbale.

Dato che le informazioni visive uditive e somestesiche confluiscono nel giro angolare, una lesione in tale sede determina il disturbo lessicale.

Infine, per completare questo breve excursus sulla storia della classificazione afasica, dobbiamo parlare del grande psicologo russo Lurija.

Lurija (1966; 1970) si discosta sia dalle tesi localizzazioniste che da quelle uniciste, proponendo il concetto di «sistema funzionale». Dato che il linguaggio è una funzione

complessa non si può localizzare in modo ristretto in una area circoscritta della corteccia cerebrale. Tutte le funzioni complesse sono il risultato di funzioni più elementari, situate in zone diverse della corteccia che collaborano insieme apportando ognuna un suo specifico contributo. È nel tentativo di elaborare questi singoli contributi che Lurija individua sei forme cliniche di afasia:

1. *afasia motoria cinestesica*: che consiste in una difficoltà nella pronuncia dei singoli suoni del linguaggio, definiti «articulemi», dovuta ad una lesione della corteccia post-rolandica con conseguente compromissione della branca propriocettiva del circuito dell'articolazione;
2. *afasia motoria cinetica*: in cui gli articulemi sono conservati ma il paziente non è in grado di organizzare la giusta sequenza di movimenti necessaria per il passaggio da un articulema all'altro, compromettendo così la prosodia del linguaggio; sostanzialmente corrisponde alla classica afasia di Broca, e Lurija ipotizza una lesione della corteccia pre-rolandica;
3. *afasia sensoriale*: si ha un deficit dell'analisi acustica e della sintesi dei fonemi da cui deriva una disorganizzazione a carico della struttura fonemica e dell'organizzazione semantico-lessicale del linguaggio; è dovuta ad una lesione del «nucleo corticale dell'analizzatore acustico», in altre parole dell'area di Wernicke;
4. *afasia acustico-amesica*: causata da una lesione delle regioni medie del lobo temporale ma non dell'area di Wernicke, provoca un deficit più di tipo mnesico che non difficoltà di percezione della struttura sonora della parola;
5. *afasia semantica*: causa un deficit di comprensione delle parole all'interno di costruzioni grammaticali complesse in cui è necessaria un'analisi e una sintesi simultanea che coinvolge gli aspetti spaziali; non coinvolge la comprensione di parole isolate; è dovuta ad una lesione del lobo parietale;
6. *afasia dinamica*: causata da lesioni di tipo frontale, non tocca direttamente il linguaggio, piuttosto le componenti dinamiche dei processi cognitivi, il che implica una perdita della capacità del linguaggio di guidare e regolare l'azione e più in generale una disorganizzazione delle capacità di elaborare, sviluppare e controllare le operazione motorie necessarie alla produzione verbale e non.

A questo punto possiamo andare ad analizzare le principali sindromi afasiche, in un'ottica che comprende sia dei criteri diagnostici anatomo-clinici classici, che le principali manifestazioni di tipo linguistico (cfr. Denes e Pizzamiglio 1996).

11.7. Afasie non-fluenti

11.7.1 Afasia globale

È causata da una lesione molto ampia nell'emisfero cerebrale sinistro che coinvolge gran parte delle aree fronto-temporo-parietali anche se in alcuni casi le aree posteriori del linguaggio sono risparmiate. A causa di questa ampia lesione troviamo molto spesso associati all'afasia globale una serie di sintomi quali: emiparesi, emianestesia, emianopsia, aprassia orale e aprassia ideo motoria. Tutti gli aspetti del linguaggio sono

compromessi. La produzione orale è di tipo non-fluente, grevemente ridotta e può essere composta esclusivamente da alcuni suoni sillabici o da stereotipie dette anche «espressioni ricorrenti». Tali espressioni sono costituite da una ripetizione di sillabe senza senso, da una o più parole significative o da una frase, che vengono ripetute senza variazioni tutte le volte che il paziente vuol dire qualcosa. La comprensione valutata con prove standard (AAT, BADA) è molto deficitaria ed il paziente può non essere in grado di indicare un oggetto tra 3-4 alternative. La scrittura spontanea e la comprensione della lettura sono compromesse quanto il linguaggio orale, i compiti di transcodificazione[35] sono nulli. La prognosi è normalmente negativa a causa della gravità iniziale della lesione. Tuttavia la comprensione migliora nella maggior parte dei pazienti e se il miglioramento è consistente il paziente può essere riclassificato come afasico di Broca.

11.7.2 Afasia di Broca

Classicamente si riteneva che questo tipo di afasia derivasse da lesioni dell'area di Broca, oggi sappiamo che deriva da lesioni più ampie solitamente centrate nell'area di Broca, ma che si estendono anche al giro precentrale, all'insula, alla sostanza bianca sottostante, ai nuclei della base e al polo temporale: il territorio irrorato dai rami superiori dall'arteria cerebrale media di sinistra. Associate all'afasia di Broca troviamo normalmente: emiparesi, emianestesia e aprassia orale. L'eloquio è ridotto e difficoltoso a causa dell'aprassia verbale. La produzione è agrammatica, in altre parole, caratterizzata da una riduzione ed una semplificazione delle strutture grammaticali; pronomi, preposizioni e altre parole di classe chiusa tendono ad essere omessi. Si riscontrano anomie e parafasie verbali. L'ordine delle parole nella frase può essere alterato. Nei compiti di ripetizione e lettura ad alta voce si riscontra lo stesso tipo di agrammatismo descritto per la produzione orale. La comprensione orale può apparire normale in conversazione su temi familiari e in semplici prove d'esame, ma risulta compromessa se indagata con prove più impegnative come il Test dei gettoni (AAT), o quando si tratta di interpretare strutture sintattiche più complesse come le frasi passive o reversibili. Nei compiti di transcodifica la copia è conservata, il dettato presenta le stesse difficoltà della scrittura spontanea così come la lettura ad alta voce e la ripetizione. Per quanto riguarda l'evoluzione, se l'aprassia e l'agrammatismo iniziali non sono molto evidenti l'afasico migliorando può essere riclassificato come afasico amnesico, perché le anomie possono residuare come sintomo dominante e solo eccezionalmente regrediscono completamente.

11.7.3 Afasia transcorticale motoria

È causata da lesioni frontali premotorie (a livello della sostanza bianca posta antero-lateralmente al corno frontale di sinistra) con risparmio dell'area di Broca. I

[35] Lettura ad alta voce, ripetizione, scrittura sotto dettatura e copia.

sintomi associati possono essere emiparesi e raramente disturbi aprassici. Corrisponde a quella che Lurija aveva definito afasia dinamica; secondo il neurologo russo questa afasia si caratterizzava per un'incapacità di traduzione del pensiero in parole, vale a dire per una rottura dei rapporti tra linguaggio e pensiero non verbale. Il paziente esegue correttamente tutti i compiti linguistici: l'eloquio è ben articolato, la comprensione orale e scritta se non risulta totalmente integra è comunque lievemente compromessa, i compiti di transcodifica sono ben eseguiti. L'afasico transcorticale motorio non usa però spontaneamente il linguaggio e se lo fa usa parole isolate o frasi molto brevi. Si nota una forte dissociazione tra descrizione di un evento (molto compromessa) e ripetizione anche di lunghe frasi. Questo tipo di afasia è raro ed in letteratura si è incerti se sia giusto classificarla come disturbo del linguaggio; tanto che sono assenti dati sull'evoluzione del disturbo.

11.8. Afasie fluenti

11.8.1 Afasia di Wernicke

È causata dalla lesione della parte posteriore della prima circonvoluzione temporale (area di Wernicke) con variabile estensione a strutture corticali e sottocorticali circostanti. I disturbi associati più frequenti sono i deficit del campo visivo: emianopsia o quadrantopsia; si riscontra anche aprassia ideomotoria. L'eloquio è fluente e abbondante spesso logorroico, in alcuni casi è caratterizzato da errori fonemici: parafasie fonetiche, neologismi e gergo fonemico. La prosodia è ben conservata. La comprensione è gravemente compromessa sia sul versante orale che su quello della lettura, anche se in alcuni pazienti questa può essere nettamente superiore. La produzione scritta è simile a quella orale per cui similmente compromessa. Ripetizione, lettura ad alta voce e dettato sono anch'essi compromessi. Nella produzione spontanea e nella denominazione si trovano errori fonemici e verbali (parafasie semantiche e anomie) che possono, nei casi più gravi, arrivare al gergo. La comprensione può essere compromessa tanto quanto nell'afasia globale, ma ci sono anche casi di afasia di Wernicke che non presentano un grave deficit di comprensione e mostrano un eloquio fluente ma parafasico con ripetizione compromessa. Con il miglioramento della comprensione gli errori fonemici si riducono e compaiono parafasie verbali, anomie e circonlocuzioni. L'evoluzione del disturbo è difficile da definire perché dipende molto dalla gravità iniziale dell'afasia, dato che il paziente di tipo Wernicke può presentare un disturbo molto grave o relativamente lieve. Se vi è un miglioramento diminuiscono gli errori positivi (parafasie verbali, logorrea, agrammatismo), mentre aumentano gli errori negativi come le anomie, pertanto i pazienti possono essere riclassificati come amnestici.

11.8.2 Afasia di conduzione

Secondo Damasio questo tipo di afasia ha tre possibili sedi lesionali: il giro sopramarginale e la sostanza bianca sottostante, la corteccia uditiva e la corteccia dell'insu-

la. I disturbi associati sono sia di tipo motorio che di campo visivo, mentre i deficit aprassici sono più rari. La produzione orale è fluente ma vi sono frequenti interruzioni dovute alla conduites d'approche, ovvero delle successive variazioni fonetiche della parola bersaglio prodotte dal paziente per auto-correzione che possono portare alla parola corretta. Le conduites d'approche si riscontrano quasi esclusivamente in questo tipo di afasia. La produzione dell'afasico di conduzione è caratterizzata da altri tipi di errore: parafasie fonemiche, anomie e raramente parafasie verbali. Nella ripetizione e nei compiti di lettura ad alta voce si trovano gli stessi tipi di errore. Si nota un contrasto evidente tra una buona comprensione ed una ripetizione danneggiata. Secondo alcuni autori l'afasia di conduzione raramente insorge come quadro iniziale di afasia ma si trova soprattutto nella fase di recupero dell'afasia di Wernicke. Per altri studiosi, invece, l'afasia di conduzione può insorgere come quadro iniziale e il suo decorso, con il miglioramento della ripetizione e la diminuzione delle parafasie fonemiche, può portare sempre più ad un quadro di afasia amnestica.

11.8.3 Afasia transcorticale sensoriale

È una forma abbastanza rara di afasia. Damasio ritiene che la lesione si collochi nelle aree posteriori del linguaggio risparmiando l'area di Wernicke. Spesso si trovano associati a questo tipo di afasia disturbi del campo visivo mentre i disturbi di moto sono assenti: quasi sempre si trova aprassia ideomotoria e ideativa e più raramente anosognosia ed ecolalia. La produzione è fluente ma ricca di anomie e parafasie verbali che possono trasformare la produzione in un gergo verbale incomprensibile. Il paziente esegue in modo corretto i compiti di ripetizione anche se non si capisce quello che dice; se nella ripetizione sono introdotte frasi con errori grammaticali il paziente li corregge. Questo dato viene interpretato come segno dell'indipendenza funzionale tra semantica (compromessa) e sintassi (indipendente dal significato). La comprensione sia orale che scritta è gravemente compromessa ma la ripetizione è conservata. La lettura e la scrittura spontanea e su dettato sono più o meno parallele alla produzione orale con errori dello stesso tipo. Nell'evoluzione del disturbo la comprensione tende a migliorare in quasi tutti i pazienti seguita dalla comprensione del linguaggio scritto, dalla produzione orale e scritta. Quando il miglioramento è consistente il paziente può essere riclassificato come afasico di Wernicke, poiché non c'è più dissociazione tra comprensione e ripetizione. Se il miglioramento coinvolge non solo la comprensione, ma anche la produzione, si riducono gli errori positivi, e le parafasie verbali vengono sostituite dalle anomie per cui il paziente si può riclassificare come afasico amnestico.

11.8.4 Afasia amnestica o anomica

Questo tipo di afasia è considerato non localizzabile in quanto associato alla cosiddetta «patologia cerebrale diffusa» ovvero al trauma cranico, all'ipertensione endocranica o alla malattia di Alzheimer. Il sintomo principale è l'anomia, ovvero la difficoltà

a produrre nomi in compiti di denominazione ed in produzione spontanea. L'eloquio è fluente e le frasi grammaticalmente corrette, anche se spesso s'interrompono per la difficoltà del paziente a recuperare parole specifiche che possono essere sostituite da circonlocuzioni o parole di significato generico come "cosa" o "affare". L'anomia è strettamente correlata alla frequenza d'uso delle parole. La comprensione appare buona anche in lettura, anche se con esami approfonditi si può evidenziare un deficit di comprensione. I compiti di transcodificazione sono ben eseguiti. Per quanto riguarda l'evoluzione l'anomia è il sintomo più pervasivo che si trova in assoluto in quasi la totalità dei pazienti afasici ed è molto raro che regredisca completamente. Le possibilità di recupero pertanto sono legate alla gravità iniziale del disturbo anomico.

11.8.5 Afasia sottocorticale

Le cause si ascrivono a lesioni del talamo, dei nuclei della base o della sostanza bianca peri-ventricolare. In sostanza si tratta di deficit che determinano un ipometabolismo corticale e il linguaggio ne risulta colpito non per la lesione in sé, ma per la disconnessione del circuito che collega le aree corticali deputate al linguaggio. I dati normativi sono scarsi anche se ultimamente è stata individuata una sindrome sottocorticale le cui caratteristiche sono: ripetizione buona, produzione ridotta ma fluente (no aprassia) denominazione più o meno compromessa, sintomi positivi rari, più frequenti le anomie. La comprensione del linguaggio orale e scritto è relativamente buona così come la lettura ad alta voce. Vi è spesso una forte compromissione della scrittura sia spontanea sia su dettato.

Bibliografia

Aitken K. e Trevarthen C. 1997 Self/other organization in human psychological development, *Development and Psychopathology*, 9: 653-677.

Allen G.D. e Hawkins S. 1978 The development of phonological rhythm, in Bell A. e Hooper J.B (eds) *Syllables and segments*, Amsterdam, North-Holland.

Anolli L. 1998 Sviluppo del linguaggio e interazione sociale nella prospettiva di Bruner, in Liverta Sempio O. (ed.), *Vygotskij, Piaget, Bruner. Concezioni dello sviluppo*, Milano, Raffaello Cortina Editore.

Austin J.L. 1962 *How to do things with words*, Oxford, University Press.

Bara B.G. 1999 *Pragmatica cognitiva*, Torino, Bollati Boringhieri.

Bara B.G., Bosco F.M. e Bucciarelli M. 2000 Rappresentazioni mentali e competenza pragmatica nei bambini, *Giornale Italiano di Psicologia*, 1: 91-134.

Baron-Cohen S. 1997 *L'autismo e la lettura della mente*, Roma, Astrolabio.

Basso A., Casati G. e Vignolo L.A. 1977 Phonemic identification defect in aphasia, *Cortex*, 13: 85-95.

Bates E. 1979 *The emergenge of symbols: cognition and communication in infancy*, New York, Academic Press.

Bates S., Harris, J. e Watson J. 1999 Prosody and melody in vowel disorder, *Journal of Linguistics*, 35: 361-384.

Berman R.A. 1977 Natural phonological processes at the one-word stage, *Lingua*, 43: 1-21.

Berruto G. 1997 *Corso elementare di linguistica generale*, Torino, UTET.

Betti R. 1984 Introduzione, in *Enciclopedia Einaudi*, vol. XVI.

Bloom L. 1990 Syntactic distinctions in child language, *Journal of Child Language*, 17: 343-355.

Blumestein S., Cooper W.E., Zurif E.B. e Caramazza A. 1977 The perception and production of voice-onset time in aphasia, *Neuropsychologia*, 15: 371-383.

Blumstein S., Katz B., Goodglass H., Shrier R. e Dworetsky B. 1985 The effect of slowed speech on auditory comprehension in aphasia, *Brain and Language*, 24: 246-265.

Bradley D.C., Sánchez-Casas R.M. e García-Albea J.E. 1993 The status of the syllable in the perception of Spanish and English, *Language and cognitive Processes*, 8: 197-233.

Braitenberg V. 1978 Cortical architectonics: general and areal, in Brazier M.A.B. e Pesche H. (eds) *Architectonics of the cerebral cortex*, New York, Raven Presscells.

Braitenberg V. e Schülz A. 1998 *Cortex: statistics and geometry of neuronal connectivity* (2nd ed.), Berlin, Springer.

Brandi L. 1996 *Lezioni di psicolinguistica*, Firenze, I.R.R.S.A.E. Toscana.

Brandi L. e Cordin P. 1990 *Trasparenza e opacità nella definizione lessicale dei bambini*, Padova, Unipress.

Broselow E. 1982 On the interaction of stress and epenthesis, *Glossa*, 16: 115-132.

Browman C. e Goldstein L. 1989 Articulatory gestures as phonological units, *Phonology*, 6: 201-251.

Browman C. e Goldstein L. 2000 Competing constraint on intergestural coordina-

tion and self-organization of phonological structures, *Bulletin de la Communication Parlée*, vol. 5: 25-34.

Brownell H., Gardner H., Prather P. e Martino G. 1994 Language, communication and the right hemisphere, in Kirshner H.S. (ed.) *Handbook of Neurological Speech and Language Disorders*, New York, Marcel Dekker.

Bruner J. 1975 From communicatio to language: a psychological perspective, *Cognition*, 3: 255-287.

Bruner J. 1983 *Il linguaggio del bambino*, Roma, Armando.

Bruner J. 1988 *La mente a più dimensioni*, Bari, Laterza.

Bruner J. 1992 *La ricerca del significato*, Torino, Bollati Boringhieri.

Brunetti L. 1996 *Identificazione e controllo di sistemi dinamici non lineari tramite reti neurali*, Firenze, Tesi di laurea.

Bruno N. 1998 Percezione e categorizzazione, in Job R. (ed.), *I processi cognitivi*, Roma, Carocci.

Camaioni L. 1995 La conoscenza della mente nell'infanzia: l'emergere della comunicazione intenzionale, in Camaioni L. (ed.), *La teoria della mente*, Bari, Laterza.

Caplan D. 1992 *Language. Structure, processing and disorders*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Caramazza A., Berndt R.S. e Basili A.G. 1983 The selective impairment of phonological processing: A case study, *Brain and Language*, 18: 128-174.

Caramazza A. e Hillis A.E. 1989 The disruption of sentence production: Some dissociations, *Brain and Language*, 36: 625-650.

Caramazza M.S. 1999 *La mente inventata*, Milano, Guerini e Associati.

Caselli M.C. 1995 Il primo sviluppo lessicale, in Sabbadini G. (ed.), *Manuale di neuropsicologia dell'età evolutiva,* Bologna, Zanichelli.

Caselli M.C. e Casadio P. 1995 *Il primo vocabolario del bambino – guida all'uso del questionario Mc Arthur per la valutazione della comunicazione e del linguaggio nei primi anni di vita*, Milano, Franco Angeli.

Caselli M.C., Maragna S., Pagliari Rampelli L. e Volterra V. 1994 *Linguaggio e sordità – Parole e segni per l'educazione dei sordi*, Firenze, La Nuova Italia.

Changeux J.P. 1993 *L'uomo neuronale*, Milano, Feltrinelli.

Changeux J.P. e Danchin A. 1976 Selective stabilization of developing synapses as a mechanism for the specification of neuronal networks, *Nature*, 264: 705-712.

Cheour M., Ceponiene R., Lehtokoski A., Luuk A., Allik J., Alho K. e Näätänen R. 1998, Development of language-specific phoneme representations in the infant brain, *Nature Neuroscience*, 1: 351-353.

Chilosi A.M. e Cipriani P. 1991 *Il bambino disfasico*, Pisa, Ed. Del Cerro.

Chini M. 1994 Strategie di acquisizione della categoria del genere grammaticale nell'italiano come lingua prima e come lingua seconda, in Giacalone Ramat A. e Vedovelli M. (ed.) *Italiano: lingua seconda/lingua straniera*, Roma, Bulzoni.

Chomsky N. 1957 *Syntactic structures*, The Hague-Paris, Mouton; tr. it. *Le strutture della sintassi*, Bari, Laterza, 1970.

Chomsky N. 1965 *Aspects of the thory of syntax*, Cambridge, Mass., The MIT Press; tr. it. in *Saggi linguistici*, vol. 2, Torino, Boringhieri, 1970.

Chomsky N. 1980 *Regole e rappresentazioni*, Milano, il Saggiatore.

Chomsky N. 1986 *Knowledge of language: its nature, origin and use*, New York, Praeger; tr. it. *La conoscenza del linguaggio*, Milano, il Saggiatore, 1989.

Church K.W. 1987 Phonological parsing and lexical retrieval, *Cognition*, 25: 53-70.

Churchland P. 1992 *La natura della mente e la struttura della scienza*, Bologna, Il Mulino.

Churchland P. e Seinowski T. 1992 *Il cervello computazionale*, Bologna, Il Mulino.

Cipriani P., Chilosi A.M., Bottari P. e Pfanner L. 1993 *L'acquisizione della morfosintassi in italiano – Fasi e processi*, Padova, Unipress.

Clark E. 1983 Meaning and concepts in Flavell J.H. e Markman E.M. (eds) *Cognitive development*, vol. 3, New York, Wiley & sons.

Clark R.A. 1978 The transation from action to gesture, in Lock A. (ed.), *Action gesture and symbol*, London, Academic Press.

Collins A. e Quillian M.R. 1969 Retrieval time for semantic memory, *Journal of Verbal Learning and verbal Behavior*, 8: 240-247.

Conel J.L. 1939-1963 *The postnatal development of the human cerebral cortex* (7 vols), Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Cooper W. e Paccia-Cooper J. 1980 *Syntax and speech*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Crick F. 1994 *La scienza e l'anima*, Milano, Rizzoli.

Crick F. e Koch C. 1990 Towards a neurobiological theory of consciousness, *Seminars Neuroscience*, 2: 263-275.

Cutler A. 1990 Exploiting prosodic probabilities in speech segmentation, in Altmann G. (ed.) *Cognitive models of speech processing: psycholinguistic and computational perspectives*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Cutler A. 1994 Segmentation problems, rhythmic solutions, *Lingua*, 92: 81-104.

Cutler A. 1996 Prosody and the word boundary problem, in Morgan J.L. e Demuth K. (eds) *Signal to syntax: bootstrapping from speech to grammar in early acquisition*, Mahwah, N.J., Erlbaum.

Cutler A., Mehler J., Norris D.G. e Segui J. 1986 The syllable's differing role in the segmentation of French and English, *Journal of Memory and Language*, 25: 385-400.

Cutler A. e Norris D.G. 1988 The role of strong syllables in segmentation for lexical access, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14: 113-121.

D'Alfonso A., Danesi M. e De Lellis M. 1999 *Bimodalità cognitiva e prospettive terapeutiche*, Roma, Verduci Editore.

Damasio, A.R. 1995 *L'errore di Cartesio*, Milano, Adelphi

Damasio A.R. 2000 *Emozione e coscienza*, Milano, Adelphi.

Damasio A.R. e Damasio H. 2002 Cervello e Linguaggio, *Le Scienze Quaderni*, 127: 18-26.

De Felipe J. e Farinas I. 1992 The pyramidal neuron of the cerebral cortex: morphological and chemical characteristics of the synaptic inputs, *Progress in Nerobiology*, 39(6): 563-607

De Saussure F. 1922 *Cours de linguistique générale*, Paris, Editions Payot; tr. it. *Corso di linguistica generale*, Bari, Laterza 1967.

De Vincenzi M. e Di Matteo R. 2004 *Come il cervello comprende il linguaggio*, Roma-Bari, Laterza.

DeCasper A.J. e Fifer W.P. 1980 Of human bonding: newborns prefer their mothers' voices, *Science*, 208: 1174-1176.

Demuth K. 1992 Accessing functional categories in Sesotho: interactions at the morpho-syntax interface, in Meisel J. (ed.) *The acquisition of verb placement: functional categories and V2 phenomena in language development*, Dordrecht, Kluwer.

Demuth K. 1994 On the "underspecification" of functional categories in early grammars, in Lust B., Suñer M., Whitman J. (eds) *Syntactic theory and first language acquisition: cross-linguistic perspectives*, Hillsdale, NJ., Erlbaum.

Demuth K. 1996 The prosodic structure of early words, in Morgan J.L. e Demuth K. (eds) *Signal to syntax: bootstrapping from speech to grammar in early acquisition*, Mahwah N.J., Erlbaum.

Denes G. e Pizzamiglio L. 1996 *Manuale di neuropsicologia*, Bologna, Zanichelli.

Devescovi A. e Pizzuto E. 1995 Lo sviluppo grammaticale, in Sabbadini G. (ed.), *Manuale di neuropsicologia dell'età evolutiva*, Bologna, Zanichelli.

Di Francesco M. 1996 *Introduzione alla filosofia della mente*, Roma, La Nuova Italia Scientifica.

Donald M. 1996 *L'evoluzione della mente. Per una teoria darwiniana della coscienza*, Milano, Garzanti.

Dore J.A. 1974 A pragmatic description of early language development, *Journal of Psycholinguistic Research*, 3: 343-350.

Eccles J.C. 1994 *Come l'io controlla il suo cervello*, Milano, Rizzoli.

Echols C.H. e Newport E.L. 1992 The role of stress and position in determining first words. *Language Acquisition*, 2: 189-220.

Edelman G.M. 1987 *Neural Darwinism*, New York, Basic Books; trad. it. *Darwinismo neurale. La teoria della selezione dei gruppi neuronali*, Torino, Einaudi, 1995.

Edelman G.M. 1993 *Sulla materia della mente*, Milano, Adelphi.

Edelman G.M. e Tononi G. 2000 *Un universo di coscienza. Come la materia diventa immagine*, Torino, Einaudi.

Eimas P.D. 1996 The perception and representation of speech by infants, in Morgan J.L.e Demuth K. (eds) *Signal to syntax: bootstrapping from speech to grammar in early acquisition*, Mahwah, N.J., Erlbaum.

Epstein H.T. 1999 Other brain effectes of words, *Behavioral and Brain Sciences*, 22: 287-288.

Ewald T.R. 1898 Zur Konstruktion von Polsterpfeifen, *Archives of Laryngology and Rhinology*, 171-183.

Farnetani E. 2003 La coarticolazione nello sviluppo fonologico, in Marotta G. e Nocchi N. (eds), *La coarticolazione*, Pisa, Edizione ETS.

Fee E.J. e Ingram D. 1982 Reduplication as a strategy of phonological development, *Journal of Child Language*, 9: 41-54.

Fernald A. 1984 The perceptual and affective salience of mothers' speech to infants, in Feagans L., Garey C., Golinkoff R. (eds) *The origins and growth of communication*, Norwood, N.J., Ablex.

Fernald A. 1985 Four-month-old infants prefer to listen to motherese, *Infant Behavior*

and Development, 8: 181-195.
Feuer H. 1980 Morphological development in Mohawk, *Child Language Development*, 18: 25-42.
Fiez J.A. e Petersen S.E. 1998 Neuroimaging studies of word reading, *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, 95(3): 914-21.
Fischer K.W. e Rose S.P. 1994 Dynamic development of coordination of components in brain and behavior in *Human behavior and the developing brain*. G. Dawson and K.W. Fischer (eds), New York, the Guilford Press.
Fodor J. 1988 *La mente modulare*, Bologna, Il Mulino.
Fodor J. 1990 *Psicosemantica*, Bologna, Il Mulino.
Fodor J. 1999 *Concetti. Dove sbaglia la scienza cognitiva*, Milano, McGrow Hill.
Forster K.I. 1979 Levels of processing and structure of the language processor, in Cooper W.E. e Walker C.T. (eds), *Sentence processing: Psycholinguistic studies presented to Merrill Garrett*, Hillsdale, N.J., Erlbaum
Frazier L. 1978 *On comprehending sentences: Sintactic parsing strategies*, Bloomington, Indiana University Linguistics Publisher.
Frazier L. 1987 Sentence processing: A tutorial review, in Colthearth M. (ed.), *Attention and Performance XII*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.
Freeman W. 2000 *Come pensa il cervello*, Torino, Enaudi.
Friederici A.D. 2002 Towards a neural basis of auditory sentence processing, *Trends in Cognitive Sciences*, 6: 78-84.
Friederici A.D. 2003 La mente in ascolto, *Mente e Cervello*, 5: 64-67.
Fuster J.M., Bodner M. e Kroger J.K. 2000 Cross-modal and cross-temporal association in neurons of frontal cortex, *Nature*, 405: 347-351.
Gallese V. 2003 La molteplice natura delle relazioni interpersonali: la ricerca di un comune meccanismo neurofisiologico, *Networks*, 1: 24-47
Gardner H. 1988 *La nuova scienza della mente*, Milano, Feltrinelli.
Garnica O. 1977 Some prosodic and paralinguistic features of speech to young children, in Snow CE, Ferguson CA (eds) *Talking to children: language input and acquisition*. Cambridge. Cambridge University Press.
Garrett M.F. 1975 The analysis of sentence production, in Bower G. (ed.), *Psychology of learning and motivation*, New York, Academic Press.
Garrett M.F. 1980 Levels of processing in sentence production, in Butterworth B. (ed.), *Language production: vol.1: Speech and talk*, London, Academic Press.
Garrett M.F. 1984 The organization of processing structure for language production: Applications to aphasic speech, in Caplan D., Lecours A.R. e Smith A. (eds), *Biological perspectives of language*, Cambridge, Mass., MIT Press.
Gazzaniga M.S. 1983 Right hemisphere language following brain bisection. A 20 year perspective, *American Psychologist*, 38: 525-537.
Gazzaniga M.S. 1999 *La mente inventata*, Milano, Guerini e Associati.
Gerken L.A. 1991 The metrical basis for children's subjectless sentences, *Journal of Memory and Language*, 30: 431-451.
Gerken L.A. 1994 Young children representation of prosodic phonology: evidence from English-speakers' weak syllable omissions, *Journal of Memory and Language*, 33: 19-38.

Gerken L.A. 1996 Phonological and distributional information in syntax acquisition, in Morgan J.L. e Demuth K. (eds) *Signal to syntax: bootstrapping from speech to grammar in early acquisition*, Mahwah, N.J., Erlbaum.
Geschwind N. 1965 Disconnexion syndromes in animals and man, *Brain* 88 (II): 237-294.
Geschwind N. 1969 Problems in the anatomical understanding of the aphasias, in Bentos A.L. (ed.) *Contribtions to clinical Neuropsycology*, Chigago, Aldine.
Geschwind N. e Galaburda A. 1985 Cerebral lateralization: biological mechanisms, associations, and pathology, *Archives of Neurology*, 42: 428-459.
Giannini A. e Pettorino M. 1992 *La fonetica sperimentale*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.
Gleitman L.R. Gleitman H., Landau B. e Wanner E. 1988 Where learning begins: initial representations for language learning, in Newmejer F.J. (ed.) *Linguistic: the Cambridge survey. Language: psychological and biological processes*, Cambridge, Cambridge University Press.
Gleitman L.R. e Wanner E. 1982 Language acquisition: the state of the state of the art, in Gleitman L.R. e Wanner E. (eds) *Language acquisition: the state of the art*, Cambridge, Cambridge University Press.
Goodglass H., Quadfasel F. e Timberlake W. 1964 Phrase lenght and the type and severità of plasia, *Cortex*, 1: 133-153
Goodsitt J.V., Morgan J.L. e Kuhl P.K. 1993 Perceptual strategies in prelingual speech segmentation, *Journal of Child Language*, 20: 229-252.
Gopnik A. e Meltzoff A. 2000 *Costruire il mondo*, Milano, McGraw-Hill Italia.
Grice H.P. 1967 Logic and conversation, William James Lectures at Harvard; rist. in Cole P. e Morgan J.L. (eds) *Speech acts: Syntax and semantics, vol. 3*, New York, Academic Press, 1975; tr. it in Grice H.P., *Logica e conversazione*, Bologna, il Mulino, 1993.
Harré R. e Gillet G. 1996 *La mente discorsiva*, Milano, Raffaello Cortina Editore.
Harris J. 1994 *English sound structure*, Oxford, Blackwell.
Harris J. e Lindsey G. 1995 The elements of phonological representation, in Durand J. e Katamba F. (eds) *Frontiers of phonology: atoms, structures, derivations*, Harlow, Essex, Longman.
Hauk O. e Pulvermüller F. 2002 Neurophysiological distinction of action words in the frontal lobe: an ERP study using minimum current estimates.
Hebb D.O. 1949 *The organisation of behaviour: A neuropsychological approach*, New York, Wiley; tr. it. *L'organizzazione del comportamento. Una teoria neuropsicologica*, Milano, Angeli, 1975.
Hirano M. 1975 *Phonosurgery: Basic and clinical investigations*. The 76th annual convention of the Oto-rhino-laryngological Society of Japan, Nara.
Hirsh-Pasek K. e Golinkoff R.M. 1996 *The origins of grammar: Evidence fron early language comprehension*, Cambridge, Mass., MIT Press.
Hjelmslev L. 1968 *I fondamenti della teoria del linguaggio*, Torino, Enaudi.
Holland B.A., Haas D.K., Norman D. et al. 1986 MRI of normal brain maturation, *American Journal of Neural Radiology*, 7: 201-208.
Humprhreys G.W. e Forde E.M.E. 2001 Hierarchies, similarity and interactivity in

object recognition, *Behavioral and Brain Sciences*, 24: 453-509.

Husson R. 1950 Étude des phénomènes physiologiques et acoustiques fondamentaux de la voix chantée, *Éditions de La Revue Scientifique*, 2334(3206): 1-93.

Huttenlocher J. 1994 in Dawson G. e Fischer K.W. (eds), *Human behavior and the developing brain*, New York, The Guilford Press.

Hymes D. 1972 On communicative competence, in Pride G.B. e Holmes J.H. (eds), *Sociolinguistics, Harmomondsworth*, Penguin Books.

Inehlder B. 1979 Langage et coinnaissance dans le cadre constructiviste in Piattelli-Palmarini M. (ed.) *Théories du langage théories de l'apprentissage. Le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky*, Paris, Seuil.

Jackendoff R. 1998 *Linguaggio e natura umana*, Bologna, il Mulino

Jaynes J. 1984 *Il crollo della mente bicamerale e l'origine della coscienza*, Milano, Adelphi.

Johnson-Laird P. 1988 *Modelli mentali*, Bologna, Il Mulino.

Johnson-Laird P. 1994 *Deduzione, induzione, creatività. Pensiero umano e pensiero meccanico*, Bologna, Il Mulino.

Jusczyk P.W., Cutler A. e Redanz N.J. 1993 Infants' preferences for the predominant stress patterns of English words, *Papers and reports on child Language Development*, 64: 675-687.

Karmiloff-Smith A. 1995 *Oltre la mente modulare*, Bologna, Il Mulino.

Karmiloff-Smith K. e Karmiloff-Smith A. 2002 *Sentieri del linguaggio*, Milano, McGraw- Hill Italia.

Katz J.J. e Fodor J.A. 1963 The structure of a semantic theory, *Language*, 39: 170-210.

Kinsbourne M. 1974 Mechanism of hemisphere interaction in man, in Kinsbourne M. e Smith L. (eds) *Hemispheric disconnection and cerebral function*, Springfiel, Ill., Charles C. Thomas.

Koenig W., Dunn H.K. e Lacy L.Y. 1946 The sound spectrograph, *Journal of Acoustic Society of America*, 18: 19-40.

Kolinsky R. 1992 Conjunction errors ad a tool for the study of perceptual processing, in Alegria J., Holender D., Morais J. e Redeau M. (eds) *Analytic approaches to human cognition. Perception and Psychosis*, 39: 155-158.

Lakoff G. e Johnson M. 1980 *Metaphors.We live by*, Chicago and London, The University of Chicago Press.

Landauer T.K. e Dumais S.T. 1997 A solution to Plato's problem: the Latent knowledge, *Psychological Rewiew*, 104: 211-240.

Lederer A. e Kelly M.H. 1991Prosodic correlates to the adjunct/complement distinction in motherese, *Papers and reports on child Language Development*, 30: 55-63.

LeDoux J. 2002 *Il sé sinaptico. Come il nostro cervello ci fa diventare quelli che siamo*, Milano, Raffaello Cortina Editore.

Lee K.H., Chung K., Chung J.M. e Coggeshall R.E. 1986 Correlation of cell body size, axon size, and signal conduction velocity for individually labelled dorsal root ganglion cells in the cat, *Journal of Comparative Neurology*, 243(3): 335-345.

Levelt W.J.M. 1983 Monitoring and self-repair speech, *Cognition*, 14: 41-104.

Levelt W.J.M. 1989 *Speaking: From intention to articulation*, Cambridge, Mass., MIT

Press.
Levy J., Trevarthen C. e Sperry R.W. 1972 Perception of bilateral chimeric figures following hemispheric disconnection. *Brain* 95: 61-78.
Liberman A.M., Cooper F.S., Shankweiler D.P. e Studdert-Kennedy M. 1967 Perception of the speech code, *Psychological Review*, 74: 431-461.
Liberman A.M. e Mattingly I.G. 1985 The motor theory of speech perception revised, *Cognition*, 21: 1-36.
Lindblom B. 2000 Developmental origins of adult phonology: the interplay between phonetic emergents and the evolutionary adaptations of sound, *Phonetica*, 57: 297-314.
Llinas R. 1998 The binding problem in Levy B. e Servan-Schreiber E. (eds) *I segreti della mente*, Cd-rom, Ubi-Soft-Le Scienze.
Lock A.J. 1980 *The guided reinvention of language*, London, Academic Press.
Locke J.L. 1993 *The child's path to spoken language*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
Lurija A. 1966 *Higher cortical functions in man*, New York, Tavistock; tr. it. *Le funzioni nervose superiori*, Firenze, Giunti 1967.
Lurija A. 1970 *Traumatic aphasia. Its Syndromes, psychology and treatment*, Den Haag-Paris, Morton.
MacWhinney B. 1985 Hungarian language acquisition as an exemplification of a general model of grammatical development, in Slobin D.I. (ed.) *The cross-linguistic study of language acquisition*, Hillsdale, NJ., Erlbaum.
Malloch S. 1999 Mothers and infants and communicative musicality, *Musicae Scientiae*, Special Issue 1999-2000: 29-57.
Marie P. 1906 La troisième circonvolution frontale gauche ne joue aucun rôle spécial dans la fonction du langage, Semaine médicale, Parigi 23 maggio; ripubblicato in Marie P. 1926 *Travaux et mémoires*, vol. I, Parigi, Masson.
Markman E. 1989 *Categorization and naming in children: Problem of induction*, Cambridge, Mass., MIT Press.
Marslen-WilsonW. e Tyler L.K. 1980 The temporal structure of spoken language understanding, *Cognition*, 8: 1-71.
Mecacci L. 1999 *Psicologia moderna e postmoderna*, Roma-Bari, Laterza.
Mehler J., Bertoncini J., Barriere M. e Jassik-Gerschenfeld D. 1978 Infant recognition of mothers' voice, *Perception*, 7: 491-497.
Miceli G., Laudanna A., Burani C. e Capasso R. 1994 *BADA – Batteria per l'analisi dei deficit afasici*, Roma, CEPSAG.
Miceli G., Mazzucchi A., Menn L. e Goodglass H. 1983 Contrasting cases of Italian agrammatic aphasia without comprehension disorder, *Brain and Language*, 19: 65-97.
Miller P.M. 1974 A model for visual shape recognition, *Psychological Review*, 81: 521-535.
Miller R. 1996 *Axonal conduction times and human cerebral laterality. A psychobiology theory*, Amsterdam, Harwood Academic Publisher.
Morgan J.L. 1994 Converging measures of speech segmentation in preverbal infants, *Infants Behavior and Development*, 17: 389-403.

Morton J. 1969 The interaction of information in word recognition, *Psychological Review*, 76: 165-178.

Morton J. 1979 Word recognition, in Morton J. e Marshall J.C. (eds), *Psycholinguistics (Series 2)*, London, Elek.

Näätänen R., Lehtokoski A., Lennes M., Cheour M., Huotilainen M., Iivonen A., Valnio A., Alku P., Ilmoniemi R.J., Luuk A., Allik J., Sinkkonen J. e Alho K. 1997 Language-specific phoneme representations revealed by electric and magnetic brain responses, *Nature*, 385: 432-434.

Nathan T. 1996 *Principi di etnopsicanalisi*, Torino, Bollati Boringhieri.

Nelson K. 1978 Semantic development and the development of the semantic memory, in Nelson K. e Nelson K. (eds) *Children's language, vol. 1*, New York, Gardner Press.

Nelson K. 1986 *Event knowledge, structure and function in development*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Nelson K. e Nelson K. 1978 Cognitive pendulums and their linguistic realizations, in Nelson K. e Nelson K. (eds) *Children's language, vol.1*, New York, Gardner Press.

Nespor M. 1993 *Fonologia*, Bologna, il Mulino.

Nespor M.e Vogel I. 1986 *Prosodic phonology*, Dordrecht, Foris Publication.

Nespoulous J.L., Joanette J., Beland S., Caplan D. e Lecours A.R. 1987 Production deficits in Broca's and conduction aphasia: repetition vs. reading, in Keller E., Gopnik M. (eds), *Motor and sensory processes of language*, Hillsdale, N.Y., Erlbaum.

Nespoulous J.L., Dordain M., Perron C., Ska B., Bub D., Caplan D., Mehler J. e Lecours A.R. 1988 Agrammatism in sentence production without comprehension deficits: reduced availability of syntactic structures and/or grammatical morphemes? A case study, *Brain and Language*, 33: 273-295.

Newell A. e Simon H. 1972 *Human problem solving*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

Nokony A. 1978 Word and gesture usage by an indian child, in Lock A. (ed.) *Action, gesture and symbol: the emergence of language*, Academic Press, London.

Obler L.K. e Gjerlow K. 2001 *Cervello e linguaggio*, Milano, McGraw-Hill Italia.

Oller D.K. 1980 The emergence of the sound of the speech in infancy, in Yeni-Komshian G.H., Kavanagh J.F. e Ferguson C.A. (eds) *Child phonology: production*, New York, Academic Press.

Olson D.R. 1979 *Linguaggi, media e processi educativi*, Torino, Loescher.

Parisi D. 1977 *Sviluppo del linguaggio e ambiente sociale*, Firenze, La Nuova Italia.

Parisi D. 1989 *Intervista sulle reti neurali*, Bologna, il Mulino.

Pascual-Marqui R.D., Valdes-Sosa P.A. e Alvarez-Amador A. 1988 A parametric model for multichannel EEG spectra, *International Journal of Neuroscience*, 125: 73-86.

Penfield W. e Rassmussen T. 1950 *The cerebral cortex of man*, New York: Macmillian.

Penrose R. 1996 *Ombre della mente. Alla ricerca della coscienza*, Milano, Rizzoli.

Perellò J, 1962 La théorie muco-ondulatoire de la phonation, *Ann. Oto-Laryngol. Chir. Cervicofac*. 79 (9):722-725.

Peters A. 1977 Language learning strategies: does the whole equal the sum of the parts?, *Language*, LIII: 560-573.
Piaget J. 1923 *Le langage et la pensée chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé; tr. it. *Il linguaggio e il pensiero del fanciullo*, Firenze, Giunti Barbera, 1962.
Piaget J. 1945 *La formation du symbole chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé; tr.it. *La formazione del simbolo nel bambino*, Firenze, La Nuova Italia, 1972.
Piaget J. 1946 *Le développement de la notion de temps chez l'enfant*, Paris, Presses Universitaires de France; tr. it. *Lo sviluppo della nozione di tempo nel bambino*, Firenze, La Nuova Italia, 1979.
Pinker S. 1987 The bootstrapping problem in language acquisition, in MacWinney B. (ed.), *Mechanisms of language acquisition*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.
Pinker S. 1997 *L'istinto del linguaggio. Come la mente crea il linguaggio*, Milano, Mondadori.
Pizzuto E e Caselli M.C. 1993 L'acquisizione della morfologia flessiva nel linguaggio spontaneo: evidenza per modelli innatisti o cognitivisti, in Cresti E. e Moneglia M. (eds) *Ricerche sull'acquisizione dell'italiano*, Roma, Bulzoni.
Posner M.I. e Di Girolamo G.J. 1999 Flexible neural circuitry in word processing, *Behavioral and Brain Sciences*, 22: 299-300.
Prince A. 1980 A metrical theory for Estonian quantity, *Linguistic Inquiry*, 11: 511-562.
Pulvermüller F. 1999 Words in brain's language, *Behavioral and Brain Science*, 22: 253-336.
Pulvermüller F. 1999a Lexical access as a brain mechanism, *Behavioral and Brain Sciences*, 22: 50-52.
Pulvermüller F. 2001 Brain reflections of words and their meaning. *Trends in cognitive Sciences*, 5, 517-24.
Pulvermüller F. 2002 *The neuroscience of language: on brain circuits of the words and serial order*, Cambridge, University Press.
Pulvermüller F., Birbaumert N., Lutzenberger W. e Mohr B. 1997 High-frequency brain activity: its possible role in attention, perception and language processing, *Progress in Neurobiology*, 52: 427-445.
Pulvermüller F., Hummel F. e Härle M. 2001 Walking or talking?: behavioral and neurophysiological correlates of action verb processing. *Brain and language*, 78, 143-68.
Pulvermüller F., Preissl H, Lutzenberger W. e Birbaumer N. 1996 Brain rhythms of language: mouns versus verbs. *European Journal Of Neuroscience*, 8, 937-4.
Putnam H. 1987 *Mente, linguaggio e realtà*, Milano, Adelphi.
Putnam H. 1993 Rappresentazione e realtà, Milano, Garzanti.
Pye C. 1992 The acquisition of K'iche' Maya, in Slobin D.I. (ed.) *The cross-linguistic study of language acquisition*, Hillsdale, NJ., Erlbaum.
Quine W.O. 1960 *Word and object*, Cambridge, Mass, MIT Press; tr. it. *Parola e oggetto*, Milano, il Saggiatore, 1980.
Reynolds J. 1990 Abnormal vowel patterns in phonological disorder, *British Journal of Disorders of Communication*, 25: 115-148.
Rizzolatti G. e Arbib M.A. 1998 Language within our grasp, *Trends in Neurosciences*,

21: 188-194.
Rizzolatti G., Fadiga L., Gallese V. e Fogassi L. 1996 Premotor cortex and the recognitions of motor actions, *Cognitive Brain Research*, 3: 131-141.
Rizzolatti G., Luppino G. e Matelli M. 1998 The organization of the cortical motor system: new concepts, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 106: 283-296.
Rosch E. 1973 On the internal structure of perceptual and semantic categorie, in Moore T. (ed.), *Cognitive development and the acquisition of language*, New York, Academic Press.
Rosch E. 1978 Principles of categorization, in Rosch E. e Lloyd B.B. (eds) *Cognition and categorization*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.
Rosch E. e Mervis C.B. 1973 Family resemblances: Studies in the internal structure of categories, *Cognitive Psychology*, 8: 382-439.
Ross E.D., Thompson R.D. e Yenkosky J. 1997 Lateralization of affective prosody in brain and the callosal integration of hemispheric language functions, *Brain and Language*, 56(1): 27-54.
Rumelhart D. e McClelland J. (eds) 1986 *Parallel distribuited processing*, Cambridge, Mass., MIT Press; tr. it. PDP. *Microstruttura dei processi cognitivi*, Bologna, Il Mulino, 1990.
Saffran E.M., Marin O. e Yeni-Komshian G. 1976 An analysis of speech perception and word deafness, *Brain and Language*, 3: 209-228.
Salimbeni C. e Alajmo E. 1982 Inferior glottoscopy: a new approach to the problem of phonation, *The Journal of Laryngology and Otology*, 96: 1013.
Salmelin R., Helenious P. e Kuukka K. 1999 Only time can tell – words in contest, *Behavioral and Brain Science*, 22: 300.
Savoia L.M. 1984 *Grammatica e pragmatica del linguaggio bambinesco (baby talk). La comunicazione ritualizzata in alcune culture tradizionali*, Bologna, Clueb.
Savoia L.M. 2000 *Introduzione alla fonologia*, Firenze, ms.
Schneidermann E. e Saddy J.D.1988 A linguistic deficit resulting from right-hemisphere damage, *Brain and Language*, 34: 38-53.
Scollon R. 1978 Riassunto informale di uno studio sul linguaggio infantile in Camaioni L. (ed.) *Sviluppo del linguaggio e interazione sociale*, Bologna, Il Mulino.
Sebastian-Gallés N., Dupoux E., Segui J. e Mahler J. 1992 Contrasting syllabic effects in Catalan and Spanish, *Journal of Memory and Language*, 31: 18-32.
Selkirk E. 1984 *Phonology and syntax: the relation between sound and structure*, Cambridge, Mass., MIT Press.
Semmes J. 1978 Specializzazione emisferica: una possibile indicazione del meccanismo, in Denes F. e Umiltà C. (ed.) *I due cervelli. Neuropsicologia dei processi cognitivi*, Bologna, il Mulino.
Siegel D. 2001 *La mente relazionale*, Milano, Raffaello Cortina editore.
Sinclair H. 1971 Sensory motor action patterns as a condition for the acquisition of syntax in Huxley e Ingram D. (eds) *Language acquisition models and methods*, New York, Academic Press.
Skinner B.F. 1953 *Science and human behavior*, New York, Mac Millan.
Skinner B.F. 1957 *Verbal behavior*, New York, Appleton-Century-Crofts.

Skrandies W. 1999 Early effects of semantic meaning on electrical brain activity, *Behavioral and Brain Sciences*, 22: 301.
Smith E. e Medin D. 1981 *Categories and concepts*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
Smith E. e Osherson D. 1984 Conceptual combination with prototype concepts, *Cognitive Science*, 11: 337-361.
Smith E., Shoben E. e Rips L. 1974 Structures and processes in semantic memory: a structural model for semantic decision, *Psychological Review*, 81: 214-241.
Stemberger J.P. 1982 Syntactic errors in speech, *Journal of Psycholinguistics Research*, 11: 313-345.
Stemberger J.P. 1985 An interactive activation model of language production, in Ellis A.W. (ed.), *Progress in the psychology of language, vol. 1*, Hillsdale, Erlbaum.
Storace S. 1999 *La valutazione obiettiva del recupero delle disfonie*, Firenze, Tesi di laurea.
Studdert-Kennedy M. 2000 Imitation and the emergence of segments, *Phonetica*, 57: 275-283.
Sugarman S. 1984 The development of preverbal communication, in Schiefelbusch R.L. e Pickar J. (eds), *The acquisition of communicative competence*, Baltimore, University park Press.
Sussman H., Duder C., Dalston E. e Cacciatore A. 1999 An acoustic analysis of the development of CV coarticulation: a case study, *Journal of Speech and Hearing Research*, 42: 1080-1096.
Taeschner T. e Volterra V. 1986 *Strumenti di analisi per la prima valutazione del ingaggio infantile*, Roma, Bulzoni.
Tallal P. 2000 Experimental studies of language impairments: From research to remediation, in Bishop D.V. e Leonard L.B. (eds), *Speech and language impairments in children, causes characteristics, intervention and outcome*, Hove, Psychology Press.
Tallal P. e Newcombe F. 1978 Impairment of auditory perception and language comprehensionin dysphasia, *Brain and Language*, 5: 13-24.
Tallal P., Ross R. e Curtiss S. 1989 Familial aggregation in specific language inpairment, *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 54: 167-173.
Tallon-Baudry C. e Bertrand O. 1999 Oscillatory gamma activity in humans and its role in object representation, *Trens in Cognitive Science*, 3: 151-61.
Tattersall I. 2002 Come siamo diventati umani, *Le Scienze*, 401: 50-56.
Tattersall I. 2004 *Il cammino dell'uomo*, Milano, Garzanti.
Thatcher R.W. 1994 Cyclic cortical reorganization: origins of human cognitive development, in Dawson G. e Fischer K.W. (eds) *Human behavior and the developing brain*, New York, The Guilford Press.
Thatcher R.W., Krause P. e Hrybyk M. 1986 Corticocortical association fibers and EEG coherence: a two comportamental model, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 64: 123-143.
Tranel D. e Damasio A.R. 1999 The neurobyology of knowledge retrival, *Behavioral and Brain Science*, 22: 303.
Trehub S.E., Tainor L.J. e Unyk A.M. 1993 Music and speech processing in the first year of life, *Advances in Child Development and Behavior*, 24: 1-35.

Trevarthen C. 1979 Communication and cooperation in early infancy: a description of primary intersubjectivity, in Bullowa M. (ed.), *Before speech – the beginning of interpersonal communication*, Cambridge, University Press.
Trevarthen C. 1998 *Empatia e biologia*, Milano, Raffaello Cortina Editore.
Trevarthen C. 1999 Musicality and the intrinsic motive pulse: evidence from human psychobiology and infant communication, *Musicae scientiae, Special Issue, Liege European Society for the Cognitive Science of Music*: 157-213.
Trevarthen C. 2001 Intrinsic motives for companionship in understanding: their origin, development and significance for infant mental heath, *Infant Mental Health Journal*, 22 (1-2): 95-131.
Volterra V. e Bates E. 1995 L'acquisizione del linguaggio in condizioni normali e patologiche in Sabbadini G. (ed.) *Manuale di neuropsicologia dell'età evolutiva*, Bologna, Zanichelli.
Vosniadu S. e Ortony A. 1983 The emergence of the literal-metaphorical-anomalous distinction in young children, *Child Development*, 54: 154-161.
Vosniadu S. e Ortony A. (eds) 1989 *Similarity and analogical reasoning*, Cambridge, University Press.
Vygotskij L. 1954 *Pensiero e linguaggio*, Firenze, Giunti Barbera.
Vygotskij L. 1974 *Storia dello sviluppo delle funzioni psichiche superiori*, Firenze, Giunti Barbera.
Vygotskij L. 1987 *Il processo cognitivo*, Torino, Boringhieri.
Vygotskij L. e Lurija A. 1997 *Strumento e segno nello sviluppo del bambino*, Roma-Bari, Laterza.
Wernicke C. 1874 *Der aphasische Symptomenkomplex*, Breslau, Cohn und Weigart.
Wheeler M.A., Davidson R.J. e Tulving E. 1997 Toward a theory of episodic memory: The frontal lobes and autonoetic consciousness, *Psychological Bulletin*, 121: 331-354.
Wijnen F., Krikhaar E. e den Os E. 1994 The (non)realization of unstressed elements in children's utterances: evidence for a rhythmic constraint, *Journal of Child Language*, 21: 59-83.
Winner E. 1991 Le prime metafore nel discorso spontaneo dei bambini, in Cacciari C. (ed.), *Teorie della metafora*, Milano, Raffaello Cortina editore.
Zatorre R.J., Evans A.C., Meyer E. e Gjedde A. 1992 Lateralization of phonetic and pitch discremination in speech processing, *Science*, 256: 846-49.
Zhou Y.D. e Fuster J.M. 2000 Visuol-tasctile cross-modal associations in the cortical omatosensory cells, *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, 97: 9777-9782.
Zwitserlood P., Schriefers H., Lahiri A. e van Donselaar W. 1993 The role of syllables in the perception of spoken Dutch, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19: 260-271.

MANUALI

Biomedica

Rossetti R., *Manuale di batteriologia clinica. Dalla teoria alla pratica in laboratorio*

Rucci L., *Testo Atlante di embriologia clinica della Laringe. La chirurgia conservativa compartimentale della regione glottica*

Scienze

Bart J.C.J., *Polymer Additive Analytics. Industrial Practice and Case Studies*

Scialpi A., Mengoni A. (a cura di), *La PCR e le sue varianti. Quaderno di laboratorio*

Simonetta M.A., *Short history of Biology from the Origins to the 20th Century*

Spinicci R., *Elementi di chimica*

Scienze Sociali

Ciampi F., *Fondamenti di economia e gestione delle imprese*

Maggino F., *L'analisi dei dati nell'indagine statistica. Volume 1. La realizzazione dell'indagine e l'analisi preliminare dei dati*

Maggino F., *L'analisi dei dati nell'indagine statistica. Volume 2. L'esplorazione dei dati e la validazione dei risultati*

Magliulo A., *Elementi di economia del turismo*

Scienze Tecnologiche

Borri C., Pastò S., *Lezioni di ingegneria del vento*

Borri C., Betti, M., Marino E., *Lectures on Solid Mechanics*

Gulli R., *Struttura e costruzione / Structure and Construction*

Policicchio F., *Lineamenti di infrastrutture ferroviarie*

Umanistica

Bertini F., *Risorse, conflitti, continenti e nazioni. Dalla rivoluzione industriale alle guerre irachene, dal Risorgimento alla conferma della Costituzione repubblicana*

Bombi A.S., Pinto G., Cannoni E., *Pictorial Assessment of Interpersonal Relationships (PAIR). An analytic system for understanding children's drawings*

Borello E., Mannori S., *Teoria e tecnica delle comunicazioni di massa*

Brandi L., Salvadori B., *Dal suono alla parola. Percezione e produzione del linguaggio tra neurolinguistica e psicolinguistica*

Marcialis N., *Introduzione alla lingua paleoslava*

Michelazzo F., *Nuovi itinerari alla scoperta del greco antico. Le strutture fondamentali della lingua greca: fonetica, morfologia, sintassi, semantica, pragmatica*

Peruzzi A., *Il significato inesistente. Lezioni sulla semantica*

Trisciuzzi L., Zappaterra T., Bichi L., *Tenersi per mano. Disabilità e formazione del sé nell'autobiografia*